

Electrical energy treatment of body tissue - using insertable treatment device not susceptible to blood clotting problems

Patent Number: DE4338758
Publication date: 1994-05-19
Inventor(s): LAFONTAINE DANIEL M (US); KENNEDY JENIFER (US)
Applicant(s):: SCIMED LIFE SYSTEMS INC (US)
Requested Patent: ☐ DE4338758
Application Number: DE19934338758 19931112
Priority Number(s): US19920976406 19921113
IPC Classification: A61N1/44 ; A61N1/04 ; A61N1/36 ; A61M36/06 ; A61M25/00 ; A61H31/00
EC Classification: A61B18/14V , A61N1/40 , A61N1/44 , A61B18/14S
Equivalents:

Abstract

Electrical treatment of tissue in the body of a patient is carried out using an energy treatment device having an electrode and a distal tip, both being positioned in the patient's body and the distal tip being located near the tissue to be treated. The electrode is supplied with electrical energy and is electrically connected to the tissue to be treated, an electrolyte fluid flowing from the electrode to the tissue to treat the tissue with electrical energy.

Also claimed are (i) similar processes, including processes in which the device is an electrophysiological energy treatment device having a catheter tube; (ii) (electrophysiological) energy treatment devices; and (iii) an electrical circuit for carrying out electrical energy treatment of body tissue.

USE/ADVANTAGE - Esp. for electrophysiological h.f. thermal tissue treatment, e.g. ablation treatment of heart defects. The processes and devices avoid the prior art difficulties of maintaining body contact and of blood clot formation on a conductor.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 38 758 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 43 38 758.6
㉑ Anmeldetag: 12. 11. 93
㉒ Offenlegungstag: 19. 5. 94

⑤1 Int. Cl.⁵:
A 61 N 1/44
A 61 N 1/04
A 61 N 1/36
A 61 M 36/06
A 61 M 25/00
A 61 H 31/00

DE 43 38 758 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
13.11.92 US 976406

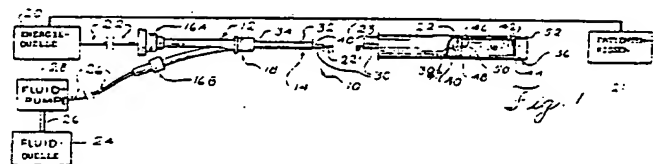
⑦1 Anmelder:
Scimed Life Systems, Inc., Maple Grove, Minn., US

⑦4 Vertreter:
Andrae, S., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 81541 München;
Flach, D., Dipl.-Phys., 83022 Rosenheim; Haug, D.,
Dipl.-Ing.; Kneißl, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 81541 München

⑦2 Erfinder:
LaFontaine, Daniel M., Plymouth, Minn., US;
Kennedy, Jenifer, Minneapolis, Minn., US

⑤4 Elektrophysiologische Energiebehandlungsvorrichtung und Verfahren zu deren Verwendung

⑤7 Eine elektrophysiologische Energiebehandlungsvorrichtung (10) zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie weist ein längliches Katheterrohr (32) auf, das ein in den Körper des Patienten einfühbares distales Ende (36) hat. Eine Elektrode (38) befindet sich in dem Katheterrohr (32) in der Nachbarschaft des distalen Endes (36) und kann in dem Körper des Patienten angeordnet werden. Ein Elektrolyt-Fluid strömt in dem Katheterrohr (32), um die Elektrode (38) mit dem zu behandelnden Gewebe im Körper des Patienten elektrisch zu verbinden. Auch ein Verfahren zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie wird angegeben. Das Verfahren umfaßt die Schritte, daß eine Energiebehandlungsvorrichtung, die eine Elektrode und eine distale Spitze hat, vorgesehen wird, wobei die Elektrode im Körper des Patienten etwas versetzt gegenüber der distalen Spitze angeordnet wird; daß die distale Spitze im Körper des Patienten in der Nachbarschaft des mit elektrischer Energie zu behandelnden Gewebes angeordnet wird; die Elektrode mit elektrischer Energie erregt wird; und die Elektrode elektrisch mit dem zu behandelnden Gewebe mittels eines Elektrolyt-Fluids elektrisch verbunden wird, das von der Elektrode zu dem Gewebe strömt, um das Gewebe mit elektrischer Energie zu behandeln.



Die Erfindung bezieht sich auf eine neue Vorrichtung zum Behandeln von Gewebe in einem Patienten und auf neue Verfahren zum Durchführen dieser Behandlungen. Im einzelnen betrifft die Erfindung eine neue Energiebehandlungsanordnung, insbesondere eine elektrophysiologische, mit Hochfrequenzenergie arbeitende thermische Gewebebehandlungsanordnung, und Verfahren zum Verwenden einer solchen Vorrichtung, um Gewebe zu behandeln.

Das menschliche Herz ist ein technisches Wunderwerk, das in manchen Fällen über 100 Jahre lang Blut durch den Körper eines Patienten ohne ernste Schwierigkeiten oder Komplikationen pumpen kann. Das Herz hat ungefähr die Größe einer zusammengeballten Faust und hat vier Kammern, die Blut vom Körper empfangen und durch den Körper pumpen. Grundsätzlich läuft Blut durch das Gefäßsystem eines Patienten, um lebensnotwendige Elemente zu liefern und Abfallprodukte, wie Kohlendioxid, aus dem Körper zu entfernen. Wenn das Blut das Gefäßsystem durchlaufen hat, kehrt es zum Herz zurück, bei dem es in eine erste Blutaufnahmekammer, die als rechtes Atrium bezeichnet wird, eintritt. Das rechte Atrium ist mit einer ersten Blutpumpenkammer, die als rechtes Ventrikel bezeichnet wird, durch ein Ventil verbunden, das verhindert, das Blut aus dem rechten Ventrikel in das rechte Atrium zurückströmt, wenn sich der rechte Ventrikel zusammenzieht, um Blut zu pumpen. Der rechte Ventrikel ist auch mit einer Lungenarterie verbunden, die Blut zu den Lungen führt, so daß das Blut grundsätzlich angesammeltes Kohlendioxid loswerden und durch Sauerstoff ersetzen kann. Dadurch wird das Blut wieder mit Sauerstoff angereichert, und kann wieder durch den Körper eines Patienten zu laufen.

Nachdem das Blut wieder mit Sauerstoff angereichert ist, kehrt es zum Herz durch ein Blutgefäß zurück, das als Lungenvene bezeichnet wird. Das Ende der Lungenvene, das zu dem mit den Lungen verbundenen Ende entgegengesetzt ist, ist mit einer zweiten Blutaufnahmekammer des Herzes verbunden, die als linkes Atrium bezeichnet wird. Das linke Atrium ist mit einer zweiten Blutpumpenkammer, die als linker Ventrikel bekannt ist, durch ein Ventil verbunden, das verhindert, daß Blut aus dem linken Ventrikel in das linke Atrium zurückströmt, wenn sich der linke Ventrikel zusammenzieht. Der linke Ventrikel ist auch mit einem als Aorta bezeichneten Blutgefäß verbunden, das Blut von dem linken Ventrikel annimmt und dieses Blut in das Gefäßsystem des Patienten leitet. Auf diese Weise wird wieder mit Sauerstoff angereichertes Blut dem Körper zurückgegeben, um weitere notwendige Dinge, wie Sauerstoff, zu liefern und Abfallprodukte, wie Kohlendioxid, zu entfernen.

Die Struktur des Herzes eignet sich besonders gut zum Durchführen wiederholter, regelmäßiger Kontraktionen der Ventrikel, um einen im wesentlichen konstanten Blutstrom im Körper des Patienten aufrechtzuerhalten. Die das Herz bildenden Gewebe weisen im großen und ganzen eine Muskelschicht und Herzzellen auf, die als Myokard bezeichnet werden und zwischen inneren und äußeren Wandschichten des Herzes angeordnet sind. Die Muskelzellen des Myokards sprechen auf elektrische Vorgänge, Impulse oder Stimuli an, um sich zum Pumpen von Blut richtig zusammenzuziehen und zu entspannen. Somit gibt es zwei elektrische Vorgänge, die stattfinden, während das Herz Blut pumpt. Der erste Vorgang, der als Depolarisation bezeichnet wird, tritt

auf, wenn Muskelzellen des Myokards stimuliert werden, wodurch sich das Myokard zusammenzieht, und dies drückt das Blut aus den Ventrikeln. Der zweite Vorgang wird als Repolarisation bezeichnet, bei dem sich die Muskelzellen des Myokards entspannen, wodurch Blut in die Ventrikel aus dem entsprechenden Atrium strömen kann. Damit diese Vorgänge richtig ablaufen und dadurch ein ungestörter Blutstrom sichergestellt wird, muß die Stimulation der Muskelzellen des Myokards regelmäßig sein. Wenn diese Stimulation nicht regelmäßig ist, kann das Herz eventuell nicht richtig funktionieren, wodurch die Gesundheit des Patienten gefährdet werden kann. Die Muskelzellenreize werden oft in dem Myokard auf speziellen korrekten Wegen geleitet, die für eine regelmäßige Stimulation der Muskelzellen sorgen können. Wenn sie jedoch nicht diesen korrekten Wegen folgen, kann die Stimulation der Muskelzellen unregelmäßig werden.

Es gibt mindestens zwei Möglichkeiten, durch die die Stimulation der Muskelzellen des Myokards unregelmäßig werden kann. Die erste wird hierin als Nebenwelleiden bezeichnet; die zweite wird als infarktbezogenes Leiden bezeichnet. Das Nebenwelleiden kann im allgemeinen durch einen Zustand charakterisiert werden, bei dem die elektrischen Reize auf Nebenreizwegen zusätzlich zu den richtigen Wegen wandern. Diese anderen, zusätzlichen Wege, die am Herz gebildet werden, führen zu einer unregelmäßigen Stimulation der Muskelzellen. Der Nebenwegzustand existiert häufig bei der Geburt und kann eventuell durch eine Mißbildung des Herzes verursacht werden. Obwohl dieser Zustand bei Geburt existiert, ist es möglich, daß er sich bei einem relativ jungen Herz nicht zeigt. Dieser Zustand kann sich eventuell im Laufe der Zeit verschlechtern und zu einer unregelmäßigen Stimulation der Muskelzellen und unregelmäßigem Pumpen von Blut führen.

Eine Methode zum Behandeln des Nebenwelleidens ist die elektrophysiologische Ablation von Teilen des Herzes. Diese Behandlungsmethode nutzt die Tatsache, daß die korrekten Wege der Muskelzellen-Stimulation sowie die Nebenwege im Herz existieren. Wenn die Nebenwege wirksam eliminiert sind, findet die Muskelzellen-Stimulation nur entlang der oben genannten korrekten Wege statt, wodurch ein im wesentlichen regelmäßiger Herzschlag erreicht wird. Um die Nebenwege wirksam zu eliminieren, wird ein Elektro-Ablations- oder Mappingkatheter verwendet, um hochfrequente (im folgenden "HF") elektrische Energie an den Nebenwegen anzulegen.

Im einzelnen wird ein Mappingkatheter, der den relevanten Fachleuten gut bekannt ist, im Herz plaziert, um das Herz landkartenartig zu registrieren und die Nebenwege auf bekannte Art und Weise zu lokalisieren. Wenn die Nebenwege lokalisiert sind, wird das vordere Ende des Mappingkatheters neben die Stelle eines Nebenweges im Herz plaziert. Der Mappingkatheter kann einen geeigneten Leiter, wie z. B. eine Elektrode oder eine andere geeignete HF-Energieübertragungsvorrichtung haben, der an dem vorderen Ende des Katheters angeordnet ist, um dem Herz HF-Energie zuzuführen. HF-Energie wird den betreffenden Teilen des Herzes zugeführt, um die Reizübertragung auf dem Nebenweg zu unterbrechen. Im einzelnen wird genügend HF-Energie dem Herz zugeführt, um diesen Teil des Herzes zu erhitzen und dadurch zu entfernen. Die Ablation des betreffenden Teils des Herzes verwandelt diesen Teil in Narbengewebe. Da Narbengewebe Muskelzellenreize nicht so ohne weiteres wie gesunde Teile des Herzes leiten,

werden die Nebenwege wirksam eliminiert.

Um die Eliminierung der Nebenwege durch die Zufuhr von HF-Energie wirksam durchzuführen, muß die vordere Spitze des Mappingkatheters und insbesondere die Elektrode in körperlichen Kontakt mit dem Teil des Herzes gebracht werden, der dem Nebenweg zugeordnet ist. Dies ist notwendig, um eine ordentliche Energieübertragung auf den zu eliminierenden Weg sicherzustellen. Dieser körperliche Kontakt muß während der gesamten Behandlung aufrechterhalten werden. Das Aufrechterhalten des körperlichen Kontaktes kann jedoch schwierig sein, besonders wenn man bedenkt, daß sich das Herz beim Schlagen ständig bewegt. Außerdem kann die in der vorderen Leiterspitze vorhandene HF-Energie das neben dem Leiter befindliche Blut dehydrieren oder sonstwie beeinträchtigen. Somit kann Blut um den Leiter herum koagulieren, wobei Blutklumpen oder Blutgerinsel gebildet werden. Da geklumptes Blut elektrische Energie nicht gut leitet, können die Blutklumpen an dem Leiter ihn elektrisch isolieren, wodurch die Wirksamkeit der HF-Energieübertragung auf die betreffenden Teile des Herzes weiter eingeschränkt wird. Wenn sich genügend Blutklumpenmaterial an dem Leiter gebildet hat, kann es sein, daß der gesamte Mappingkatheter aus dem Patienten entfernt und gereinigt werden muß. Wenn der Mappingkatheter gereinigt ist, muß er wieder in das Herz des Patienten eingeführt werden, um die Behandlung abzuschließen. Diese Prozedur der Katheterentfernung, Reinigung und Wiedereinführung kann viel Zeit in Anspruch nehmen, ungefähr eine halbe Stunde oder so, und dies kann dem Patienten nicht nutzen. Außerdem wird eventuell Wärmeenergie in der vorderen Leiterspitze erzeugt, wodurch die Wirksamkeit der HF-Energieübertragung auf das Herzgewebe weiter verringert wird. Insbesondere kann die Wärmeenergie das angrenzende Blut und Gewebe austrocknen oder entwässern, wodurch eine hohe Impedanz an der leitenden Schnittstelle zwischen dem zu behandelnden Gewebe und dem Leiter erzeugt wird. Die hohe Impedanz kann den Stromfluß zu dem Gewebe und die Energiemenge, die ihm zugeführt werden kann, verringern.

Infolgedessen kann die Tiefe der Energieeindringung in das Gewebe entsprechend beschränkt sein.

Ähnliche Probleme können beim infarktbezogenen Leiden auftreten, das eine unregelmäßige Übertragung von Muskelzellenreizen verursacht. Myokardinfarktbildung ist der Fachausdruck für die Zerstörung oder den Tod der das Myokard bildenden Zellen durch Vorkommnisse, wie Herzinfarkt. Das Charakteristische des infarktbezogenen Zustands besteht darin, daß bestimmte Zellen im Myokard derart beschädigt werden, daß sie Muskelzellenreize nicht richtig leiten. Insbesondere ziehen sich die beschädigten Zellen eventuell nicht auf Reize auf eine geregelte Art und Weise zusammen, wodurch ein Wiedereintrittskreis im Herz gebildet wird. Auch dies kann eine Herzfunktionsstörung verursachen.

Der infarktbezogene Zustand wird im wesentlichen auf die gleiche Art und Weise behandelt, wie sie oben beschrieben wurde. Ein Mappingkatheter wird in das Herz des Patienten eingeführt, um die Stellen der Wiedereintrittskreise zu lokalisieren. Wenn die Stellen gefunden sind, wird der Leiter an der vorderen Spitze des Mappingkatheters in körperlichen Kontakt mit den identifizierten Teilen des Herzes gebracht, um HF-Energie der Stelle zuzuführen. Die Stelle wird durch die HF-Energie ausreichend erhitzt, um den Wiedereintrittskreis wirksam zu eliminieren, wodurch eine norma-

le Herzfunktion im wesentlichen wiederhergestellt wird. Diese Behandlungsmethode ist aber den gleichen Schwierigkeiten ausgesetzt, die oben in bezug auf die Aufrechterhaltung des körperlichen Kontaktes zwischen der Elektrode und dem Herz, Blutklumpenbildung und Gewebeaustrocknung diskutiert wurden.

Die oben diskutierten HF-Ablationsbehandlungstechniken und -Vorrichtungen können ein wirksames Behandlungsmittel für bestimmte Defekte der Herzfunktion sein. Diese Techniken und Vorrichtungen können aber die oben beschriebenen Nachteile haben, die ihre Leistungsfähigkeit in bestimmten Situationen mindern können. Demzufolge besteht der Wunsch, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum Durchführen einer HF-Ablationsbehandlung von Gewebe im Körper eines Patienten bereitzustellen, die nicht den in den vorherigen Abschnitten detailliert beschriebenen Schwierigkeiten ausgesetzt sind. Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine solche Verbesserung zu schaffen.

Im einzelnen stellt die vorliegende Erfindung verbesserte neue Vorrichtungen und Verfahren zum Durchführen einer Energiebehandlung und insbesondere einer elektrophysiologischen HF-Energiebehandlung von Gewebe im Körper eines Patienten bereit. Vorzugsweise sind die neuen Vorrichtungen und Verfahren nicht den Schwierigkeiten ausgesetzt, die einige ähnliche Vorrichtungen und Verfahren des Standes der Technik in bezug auf die Aufrechterhaltung des körperlichen Kontaktes und Blutgerinselnbildung oder -klumpenbildung an einem Leiter ausgesetzt sind. Die neuen Vorrichtungen und Verfahren können dazu verwendet werden, Gewebe, die in verschiedenen Teilen des Körpers eines Patienten, wie z. B. einem Koronarteil oder einem peripheren Teil angeordnet sind, HF-Energie oder dgl. auszusetzen.

Ein generelles Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer neuen Vorrichtung und eines neuen Verfahrens zum Durchführen einer Energiebehandlung von Geweben im menschlichen Körper.

Ein spezielleres Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer neuen elektrophysiologischen Energiebehandlungsvorrichtung und -methode und insbesondere einer HF-elektrophysiologischen Gewebebehandlungsvorrichtung und -methode.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer neuen Energiebehandlungsvorrichtung, die leichter in Arbeits- und Behandlungskontakt mit dem zu behandelnden Gewebe, wie z. B. dem Gewebe eines schlagenden Herzens und dgl., zu halten ist, als einige Vorrichtungen des Standes der Technik.

Eine neue elektrophysiologische Vorrichtung, die entsprechend der erfinderischen Lehre gebaut ist, um Gewebe in einem Patienten mit elektrischer Energie zu behandeln, weist ein längliches Katheterrohr auf, das ein in einen Patienten einführbares vorderes Ende hat. Eine Elektrode befindet sich innerhalb des Katheterrohres in der Nachbarschaft des vorderen Endes und kann im Körper des Patienten angeordnet werden, und ein Elektrolyt-Fluid strömt in dem Katheterrohr, um die Elektrode mit dem zu behandelnden Gewebe im Körper des Patienten elektrisch zu verbinden.

Neue Verfahren entsprechend der erfindungsgemäßen Lehre zum Behandeln von Gewebe in einem Patienten mit elektrischer Energie werden auch angegeben. Eines dieser Verfahren weist die Schritte auf, daß eine Energiebehandlungsvorrichtung, die eine Elektrode und eine vordere Spitze hat, bereitgestellt wird, wobei die

Elektrode im Körper des Patienten angeordnet wird; die vordere Spitze im Körper des Patienten in der Nachbarschaft des mit elektrischer Energie zu behandelnden Gewebes plaziert wird; die Elektrode mit elektrischer Energie erregt wird; und die Elektrode mit dem zu behandelnden Gewebe mittels eines Elektrolyt-Fluids elektrisch verbunden wird, das aus der Elektrode zu dem Gewebe strömt, um das Gewebe mit elektrischer Energie zu behandeln.

Verschiedene Ausführungsbeispiele sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 eine gebrochene Seitenansicht einer elektrophysiologischen Energiebehandlungsvorrichtung, die entsprechend der erfinderischen Lehre aufgebaut ist, wobei ein vorderer Teil von ihr zwecks Klarheit vergrößert dargestellt ist;

Fig. 2 eine vergrößerte Schnittdarstellung eines vorderen Teils der elektrophysiologischen Energiebehandlungsvorrichtung der Fig. 1;

Fig. 3 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 2, jedoch von einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 eine vergrößerte, teilweise geschnittene Seitenansicht eines vorderen Endes eines anderen Ausführungsbeispiels der Erfindung, wobei ein Teil eines dadurch gebildeten elektrischen Kreises etwas schematisiert gezeigt ist;

Fig. 5 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 1, jedoch von einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 6 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 3, jedoch von einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 7 eine etwas schematisierte Darstellung einer Zone von nekrotischen Zellen, die an einem Gewebe durch einen relativ konzentrierten Strom eines energieführenden Elektrolyt-Fluids gebildet werden; und

Fig. 8 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 7, von einer Zone von nekrotischen Zellen, die an einem Gewebe durch einen relativ divergierenden Strom eines energieführenden Elektrolyt-Fluids gebildet werden.

Zunächst wird auf Fig. 1 Bezug genommen. Eine neue elektrophysiologische Energiebehandlungsvorrichtung 10, die entsprechend der erfinderischen Lehre aufgebaut ist, um Gewebe innerhalb des Körpers eines Patienten mit elektrischer Energie insbesondere HF-Energie zu behandeln, ist gezeigt. Der Klarheit willen wird die Energiebehandlungsvorrichtung 10 in bezug auf ihre Verwendung beim Behandeln von Herzgewebe beschrieben, es versteht sich aber, daß der Umfang der Erfindung nicht auf diese Verwendung beschränkt ist. Es ist vorgesehen, daß die Lehre und Ausführungsbeispiele der Erfindung beim Behandeln einer Vielzahl von Geweben auf mehreren Wegen Verwendung finden. Beispielsweise sind die Ausführungsbeispiele und Verfahren der Erfindung auf Gewebe anwendbar, die sich in den peripheren Gefäßen eines Patienten befinden. Ferner versteht sich, daß die Ausführungsbeispiele auch dazu verwendet werden können, elektrische Impulse in Geweben zu fühlen, d. h. wie ein Mappingkatheter, obwohl die Ausführungsbeispiele der Erfindung im Zusammenhang mit der Energiebehandlung von Geweben beschrieben werden. Der grundsätzliche Aufbau der Energiebehandlungsvorrichtung 10 ist in Fig. 1 dargestellt. Im einzelnen weist die Energiebehandlungsvorrichtung eine Verteileranordnung 12 und eine Rohranordnung 14 auf, die in einem Patienten intravaskulär einführbar ist. Die Verteileranordnung 12 hat eine im wesentlichen Y-förmige Gestalt, die mindestens zwei hintere Öffnungen 16A und 16B und mindestens eine

vordere Öffnung 18 hat, an die ein hinteres Ende der Rohranordnung 14 angeschlossen ist. Die hintere Öffnung 16A steht in Wirkverbindung mit einer geeigneten Quelle 20 für HF-Energie durch ein Stück Draht 22, um HF-Energie von der Energiequelle 20 zu der Verteileranordnung 12 zu leiten.

Die Energiequelle 20 ist vorzugsweise eine Einheit, die von Radionics, Burlington, Massachusetts erhältlich ist und insbesondere eine solche Einheit, die Radionics mit der Artikelnummer CBC1 kennzeichnet. Es können natürlich auch andere gleichwertige Einheiten verwendet werden, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Bei einer gegenwärtig in Betracht gezogenen Betriebsweise der Energiebehandlungsvorrichtung 10 liefert die Energiequelle 20 eine Leistung von ungefähr 50 Watt in 100 Ohm bei ungefähr 70 Volt (quadratischer Mittelwert). Diese Leistung wird im wesentlichen in Form einer Sinuswelle bei einer Frequenz von ungefähr 500.000 Hertz (Hz) geliefert. Die Energiequelle 20 besteht vorzugsweise aus einem unipolaren Energiesystem und ist mittels eines Drahtes 33 mit einem elektrisch leitenden Patientenkissen 21 verbunden, das auf diesem Gebiet allgemein bekannt ist und auf der Haut des Patienten in der Nachbarschaft des zu behandelnden Gewebes plaziert werden kann, um einen elektrischen Kreis zu schließen, wodurch HF-Energie durch das zu behandelnde Gewebe fließen kann. Es versteht sich, daß das Patientenkissen 21 durch einen leitenden Venenkatheter oder eine leitende Nadel ersetzt werden kann, der bzw. die in den Patienten eingeführt wird, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. In diesem Fall kann das Energiesystem bipolar sein.

Der Draht 22, der die HF-Energie von der Energiequelle 20 zu der Verteileranordnung 12 leitet, erstreckt sich durch die hintere Öffnung 16A, die Verteileranordnung 12 und die vordere Öffnung 18 und tritt in die Rohranordnung 14 ein, wie weiter unten näher beschrieben wird. Die hintere Öffnung 16A hat eine mit dem Draht 22 zusammenwirkende geeignete Dichtung, um sicherzustellen, daß in der Verteileranordnung 12 befindliches Fluid nicht aus der Verteileranordnung 12 durch die hintere Öffnung 16A um den Draht 22 herum austreten kann. Bei einer beispielhaften Ausführung der Energiebehandlungsvorrichtung 10 ist der Draht 22 ein Silberlitzendraht der Stärke 26, der eine aus TEFLON® bestehende Isolierschicht hat, die auf der Außendurchmesserfläche der Silberlitzen angeordnet ist.

Die hintere Öffnung 16B steht in Wirkverbindung mit einer Fluidquelle 24 über eine geeignete Leitung 26, um Fluid von der Fluidquelle 24 zu der Verteileranordnung 12 zu leiten. Das von der Fluidquelle 24 gelieferte Fluid ist vorzugsweise eine Elektrolyt-Lösung eines Ionensalzes, wie z. B. eine Salzlösung, Kontrastmittel, Lösungen aus Calcium oder Kaliumsalze, Lösungen aus Radionukliden und dgl. und dient als neues Mittel zum Liefern von HF-Energie von dem Draht 22 an das Gewebe, das mit der Energiebehandlungsvorrichtung 10 zu behandeln ist, wie unten näher beschrieben ist. Das Elektrolyt-Fluid hat vorzugsweise eine relativ niedrige Impedanz in bezug auf das zu behandelnde Gewebe, und infolgedessen ist nur eine geringe Fluidmenge erforderlich, um die gewünschte HF-Energiemenge dem Gewebe des Patienten zuzuführen. Bei einer momentan in Betracht gezogenen Ausführungsform der Energiebehandlungsvorrichtung weist das Elektrolyt-Fluid eine Lösung aus 35 g Natriumchlorid in 100 ml Wasser auf. Das Elektrolyt-Fluid kann irgendeine geeignete Konsistenz haben und kann z. B. ein leitendes Gel sein, ähnlich einem

20%igen hypertonischen Salzgel, das unter der Bezeichnung HYPERGEL von Scott Healthcare, einem Teil der Scott Paper Company, Philadelphia, Pennsylvania, verkauft wird. Es wird auch in Betracht gezogen, daß das Elektrolyt-Fluid als Elektrolyt-Säule bereitgestellt wird, die sich im Gebrauch auflöst.

Eine geeignete Fluidpumpe 28, wie z. B. eine Spritze, eine motorisch angetriebene Pumpe oder dgl. ist an der Leitung 26 zwischen der Fluidquelle 24 und der hinteren Öffnung 16B vorgesehen, um einen Fluidstrom von der Fluidquelle 24 zu der Verteileranordnung 12 während des Betriebs der Energiebehandlungsvorrichtung 10 sicherzustellen. Die Fluidpumpe 28 ist vorzugsweise stufenlos steuerbar derart, daß die Fluidstrommenge in die Verteileranordnung 12 und die Rohranordnung 40 verändert werden kann, um es einem behandelnden Arzt zu erlauben, die Menge der HF-Energiezufuhr an das Gewebe des Patienten sowie den Bereich des Patientengewebes, der der zugeführten HF-Energie ausgesetzt werden soll, zu verändern.

Das Elektrolyt-Fluid tritt in die Verteileranordnung 12 durch die hintere Öffnung 16B ein, die eine geeignete Dichtung aufweist, so daß kein Fluid aus der Verteileranordnung 12 durch die hintere Öffnung 16B austritt, und füllt den Innenraum der Verteileranordnung 12 aus. Der durch die Verteileranordnung 12 verlaufende Draht 22 ist von einem Drahtlumen 30 umgeben, das sich von der hinteren Öffnung 16A zu der vorderen Öffnung 18 erstreckt, so daß die HF-Energie auf dem Draht 22 nicht das Elektrolyt-Fluid in der Verteileranordnung 12 durchdringen wird.

Die HF-Energie wird nicht dem Fluid in der Verteileranordnung 12 zugeführt. Die Verteileranordnung 12 hat eine relativ grobe Entfernung von dem mit HF-Energie zu behandelnden Gewebe des Patienten. Der elektrische Widerstand gegen den HF-Energiefluß ist damit ein Minimum reduziert, weil die HF-Energie nicht durch eine relativ grobe Fluidmenge gehen muß, bevor sie das zu behandelnde Gewebe erreicht. Statt dessen wird die HF-Energie in der Rohranordnung 14 zu dem behandelnden Gewebe durch den Draht 22 übertragen, der der Übertragung von HF-Energie wesentlich niedriger elektrischen Widerstand entgegengesetzt als eine entsprechende Fluidmenge. Hierdurch ergibt sich ein erhöhter Wirkungsgrad bei der Übertragung von HF-Energie an das Gewebe in einem Patienten und auch eine wirksamere Behandlung dieses Gewebes. Man nimmt an, daß dieser Wirkungsgrad nicht mit einer Absorptions- oder Gewebebehandlungsvorrichtung, die eine in der Nähe angeordnete Elektrode hat, erhältlich ist, weil die Distanz zwischen der Elektrode und dem zu behandelnden Gewebe befindende Elektrolyt-Fluidmenge genügend groß sein würde, um den Wirkungsgrad der Vorrichtung zu verringern.

Die Rohranordnung 14 hat im allgemeinen ein längliches Katheterrohr 32, das einen hinteren Abschnitt 34 und eine vordere Spitze 36 und eine Elektrode 38 hat. Das Katheterrohr 32 hat vorzugsweise einen Außendurchmesser von ungefähr 8 French und eine ausreichende axiale Länge, um sich von der vorderen Öffnung 18 der Verteileranordnung 12 durch die Gefäße des Patienten bis zu dem zu behandelnden Gewebe zu erstrecken. Da die zu behandelnden Gewebe in verschiedenen Teilen des Körpers des Patienten sein können, ist die axiale Länge des Katheterrohres 32 für einen bestimmten Anwendungsfall vorbestimmt. Das Katheterrohr 32 hat einen Außendurchmesser, der klein genug ist, um durch das kleinste Gefäßlumen hindurch-

zu passen, durch das das Katheterrohr 32 hindurchgehen muß, um die gewünschten Gewebe zu erreichen. Bei einer beispielhaften Ausführungsform der Energiebehandlungsvorrichtung 10 hat das Katheterrohr 32 eine aus rostfreiem Stahl geflochtene Litze, die in einem Mantel eingeschlossen ist, der aus PEBAX besteht, das ein weiches Polymermaterial von ATOCHEM (Frankreich) ist.

Der hintere Abschnitt 34 des Katheterrohres 32 ist an der vorderen Öffnung 18 der Verteileranordnung 12 befestigt, so daß in der Verteileranordnung 12 befindliches Fluid axial in das Katheterrohr 32 strömen kann. Die Verbindung zwischen dem hinteren Abschnitt 34 des Katheterrohres 32 und der vorderen Öffnung 18 der Verteileranordnung 12 ist genügend fluiddicht, so daß kein Fluid aus der Verteileranordnung 12 oder dem Katheterrohr 32 an der Verbindung zwischen der vorderen Öffnung 18 und dem hinteren Abschnitt 34 des Katheterrohres 32 austreten kann. Die Verbindung zwischen der vorderen Öffnung 18 und dem hinteren Abschnitt 34 gestattet eine Fluidströmung in das Katheterrohr 32 und auch den Durchgang des Drahtlumens 30 von der Verteileranordnung 12 zu dem Katheterrohr 32.

Der Draht 22 und das Drahtlumen 30 erstrecken sich koaxial in einem Fluidlumen 40 innerhalb des Katheterrohres 32 im wesentlichen über die gesamte Länge des Katheterrohres 32, wobei aber der Draht 22 und das Drahtlumen 30 kurz vor der vorderen Spitze enden, wie in den Fig. 1 bis 3 gezeigt ist. Die vordere Spitze 36 des Katheterrohres 32 besteht aus einem ziemlich weichen, biegsamen Polymermaterial oder dgl., vorzugsweise aus PEBAX, um den Kontakt zwischen der eintretenden vorderen Spitze 36 der Energiebehandlungsvorrichtung 10 und den Gefäßen des Patienten oder anderen Geweben weich zu machen, und hat vorzugsweise eine axiale Länge im Bereich von 2,03 mm bis 12,7 mm.

Die Elektrode 38 ist im Fluidlumen 40 angrenzend an ein hinteres Ende 42 der vorderen Spitze 36 angeordnet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel hat die Elektrode 38 eine im wesentlichen zylindrische Form und ist aus einem geeigneten elektrisch leitenden Material gebildet, wobei die vorliegende Ausführungsform der Energiebehandlungsvorrichtung 10 eine Elektrode 38 aus einem Silber-Silberchlorid-Material hat, so daß das durch das Fluidlumen 40 neben der Elektrode 38 strömende Elektrolyt-Fluid HF-Energie von der Elektrode 38 aufnehmen kann. Die Elektrode 38 kann andere Formen haben, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel hat die Elektrode 38 eine axiale Länge von ungefähr 3,81 mm und einen Durchmesser von weniger als 8 French. Da bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel die vordere Spitze 36 eine im Bereich von 2,032 mm bis 12,7 mm liegende axiale Länge hat, ist das vordere Ende 44 der Elektrode 38 gegenüber einem offenen Ende 52 der vorderen Spitze 36 um die gleiche Entfernung versetzt.

Das vordere Ende 44 der Elektrode 38 wird durch das hintere Ende 42 der vorderen Spitze 36 überlappt, um eine feste Verbindung zwischen dem Katheterrohr 32 der vorderen Spitze 36 und der Elektrode 38 sicherzustellen. Ein hinteres Ende 46 der Elektrode 38 ist mit einem vorderen Ende 48 des Drahtes 22 durch ein Kügelchen 50 verbunden, das durch Schweißen, Löten oder ein anderes geeignetes Verfahren gebildet wird. Das Drahtlumen 30 endet in der Nähe des hinteren Endes 46 der Elektrode 38 auf geeignete Art und Weise, so daß das vordere Ende 48 des Drahtes 22 elektrisch mit der Elektrode 38 verbunden werden kann, um HF-Energie

auf dem Draht 22 an die Elektrode 38 zu übertragen. Es ist aber zu berücksichtigen, daß das vordere Ende des Drahtlumens 30 abgedichtet ist, so daß Elektrolyt-Fluid im Fluidlumen 40 nicht in das Drahtlumen 30 eintreten kann.

Auf diese Weise wird der elektrische Widerstand der HF-Energieübertragung von der Energiequelle 20 auf die Elektrode 38 wirksam auf ein Minimum reduziert. Somit erreicht die HF-Energie die Elektrode 38 mit weniger Abschwächung als bei einigen bekannten Energiebehandlungsrichtungen. Der der HF-Energie durch die Elektrode 38 entgegengesetzte Widerstand und die elektrische Impedanz der Elektrode 38 sind zu dem Widerstand und der Impedanz des Elektrolyt-Fluids im Fluidlumen 40 im wesentlichen gleich, so daß die HF-Energie ohne weiteres von der Elektrode 38 auf das Fluid übertragen werden kann, wenn das Fluid über die Elektrode 38 strömt, ohne eine beträchtliche Wärmemenge zu erzeugen. Dies ist eine erhebliche Verbesserung gegenüber einigen der HF-Ablations- oder Gewebebehandlungsrichtungen des Standes der Technik, deren vordere elektrisch leitende Spitze im Betrieb ziemlich heil werden kann. Außerdem erlaubt das Kühlen oder das Fehlen von Wärmeerzeugung in der Elektrode 38 und der angrenzenden Oberfläche des zu behandelnden Myokardgewebes ein tieferes Eindringen von elektrischem Strom in das Myokard und somit ein tieferes Eindringen von ohmscher Wärme in das Gewebe. Dies ist eine weitere Verbesserung gegenüber den gegenwärtig verfügbaren HF-Energiebehandlungsrichtungen, die bei der ventrikulären Ablation verwendet werden.

Da ferner die Elektrode 38 innerhalb des Katheterrohres 32 zurückversetzt und nicht an dem äußersten vorderen Ende des Katheterrohres angeordnet ist, wie es bei einigen HF-Gewebebehandlungsrichtungen des Standes der Technik der Fall ist, kann kein Blut an der Elektrode 38 gerinnen oder koagulieren, wie es bei einigen vorbekannten Gewebebehandlungsrichtungselektroden, wie oben beschrieben, vorkommen kann.

Die Menge des Elektrolyt-Fluidstromes durch das Fluidlumen 40 wird so reguliert, daß der Elektrolyt-Fluidstrom einen ausreichenden Überdruck in dem Fluidlumen 40 erzeugt, so daß das Blut nicht in das Fluidlumen 40 durch ein vorderes, offenes Ende 52 der vorderen Spitze 36 strömen kann, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Blutgerinnung und Koagelbildung an der Elektrode 38 weiter verringert ist.

Der Aufbau der vorderen Spitze 36, die in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist, ist im wesentlichen zylindrisch, wodurch für einen im wesentlichen konzentrierten, geradlinig gerichteten HF-energieführenden Elektrolyt-Fluidstrom von dem vorderen Ende 44 der Elektrode 38 zu dem zu behandelnden Gewebe gesorgt ist. Somit ist der Bereich des zu behandelnden Gewebes ziemlich klein, wodurch für eine konzentrierte Läsionbildung an dem Gewebe gesorgt ist. Insbesondere hat das Elektrolyt-Fluid einen relativ geringen elektrischen Widerstand und eine relativ geringe Impedanz im Vergleich zu den entsprechenden physikalischen Eigenschaften des zu behandelnden Gewebes. Dieser Impedanz-/Widerstandsunterschied bewirkt, daß die HF-Energie des Elektrolyt-Fluids auf das Gewebe des Patienten übertragen wird, auf das das Fluid gerichtet wird. Wenn die HF-Energie auf das Gewebe übertragen wird, wird in dem Gewebe Wärme erzeugt, wodurch eine Läsion entsteht.

Da demnach der Fluidströmungsweg, der durch die Pfeile 54 in Fig. 2 angezeigt ist, durch die Konstruktion der vorderen Spitze 36 zwangsläufig begrenzt ist, wird das Elektrolyt-Fluid auf einen relativ kleinen Teil des zu behandelnden Gewebes konzentriert, wobei natürlich unterstellt wird, daß die Energiebehandlungsrichtung 10 ortsfest bezüglich des zu behandelnden Gewebes gehalten wird. Daher wird deutlich, daß die vordere Spitze 36 als Einrichtung dient, um HF-energieführendes Elektrolyt-Fluid auf das zu behandelnde Gewebe in einem bestimmten Muster zu lenken, wodurch das Gewebe in einem entsprechenden Muster behandelt wird.

Der im wesentlichen zylindrische Aufbau der vorderen Spitze 36 konzentriert das Elektrolyt-Fluid, es sind aber auch andere Konstruktionen der vorderen Spitze möglich. Die Konzentration des Elektrolyt-Fluids erzeugt eine fokale Läsion des Gewebes des Patienten, die in manchen Fällen erwünscht sein kann, wenn z. B. relativ kleine begrenzte Teile des Gewebes des Patienten einer Behandlung bedürfen. Es versteht sich aber, daß andere Läsionen mit der Energiebehandlungsrichtung 10 erzeugbar sind. Insbesondere kann eine großflächige Läsion, d. h. eine in der Fläche größere Läsion des Gewebes als die fokale Läsion dadurch an dem Gewebe erzeugt werden, daß die Energiebehandlungsrichtung 10 bezüglich des Gewebes während des Gebrauchs der Vorrichtung 10 bewegt wird. Dies würde einen größeren Bereich des Gewebes den Wärme- oder Behandlungswirkungen des HF-energieführenden Elektrolyt-Fluids aussetzen. Außerdem kann die Energiebehandlungsrichtung 10 bezüglich eines ersten Teiles des zu behandelnden Gewebes ortsfest gehalten werden und dann bezüglich eines zweiten Teiles des Gewebes während des Gebrauchs der Vorrichtung 10 bewegt werden. Auf diese Weise kann eine fokale Läsion an dem ersten Teil und eine großflächige Läsion an dem zweiten Teil gebildet werden.

Es wird nun auf Fig. 3 Bezug genommen, in der ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt ist. Im einzelnen gestattet eine elektrophysiologische HF-Energiebehandlungsrichtung 56 es einem behandelnden Arzt, großflächige Läsionen an den zu behandelnden Geweben zu erzeugen, ohne die Vorrichtung 56 in bezug auf diese Gewebe bewegen zu müssen. Die Energiebehandlungsrichtung 56 ähnelt der oben beschriebenen Energiebehandlungsrichtung 10 und infolgedessen werden die gleichen Bezugswerte für gleiche oder ähnliche Teile, mit Ausnahme der hervorgehobenen Unterschiede, verwendet. Die Energiebehandlungsrichtung 56 unterscheidet sich von der Energiebehandlungsrichtung 10 darin, daß die Energiebehandlungsrichtung 56 eine andere vordere Spitze 58 aufweist, die zum Erzeugen großflächiger Läsionen ausgebildet ist. Die vordere Spitze 58 dient auch als Säulenbildner oder Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid auf die zu behandelnden Gewebe.

Die vordere Spitze 58 hat eine im wesentlichen kegelförmige Gestalt, die einem im Durchmesser kleinen Teil 60 und einem im Durchmesser großen Teil 62 aufweist. Der im Durchmesser kleine Teil 60 ist mit dem vorderen Ende des Katheterrohres 32 verbunden und hat einen Innendurchmesser, der im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des Katheterrohres 32 ist. Der im Durchmesser kleine Teil 60 ist mit dem im Durchmesser großen Teil 62 durch eine sich konisch erweiternde Wand 64 verbunden, die einen allmählich sich vergrößernden Innendurchmesser hat. Die sich konisch erweiternde Wand 64 erlaubt es, daß das HF-energie-

führende Elektrolyt-Fluid einen durch die Pfeile 66 in Fig. 3 angezeigten breiteren Fluidströmungsweg als das Fluid hat, das durch die vordere Spitze 36 strömt. Da der Fluidströmungsweg breiter ist, kann die Energiebehandlungsvorrichtung 56 eine großflächige Läsion erzeugen, ohne daß man die Energiebehandlungsvorrichtung 56 in bezug auf das zu behandelnde Gewebe bewegen muß.

Es versteht sich, daß die vordere Spitze 36 oder 58 der Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 als Düse wirken kann, die den HF-energieführenden Fluidstrom in ein bestimmtes Muster leitet. Somit ist angesichts dieses Ausführungsbeispiels der Erfindung verständlich, daß die Gestalt der vorderen Spitze der Energiebehandlungsvorrichtung vorbestimmt sein kann und verschiedene Formen haben kann, um Fluidströmungswege zu bilden, die eine gewünschte Läsionsform an den mittels HF-Energie zu behandelnden Geweben erzeugen können. Demgemäß können verschiedene Abwandlungen dieser Düse gemacht werden, wie z. B. einen Ballon an der vorderen Spitze der Energiebehandlungsvorrichtung vorsehen, der aufblasbar ist, um verschiedene Fluidströmungswege zu erzeugen, und der entleert werden kann, um die intravaskuläre Bewegung der Vorrichtung zu erleichtern.

Die Ausbildung der Ausführungsbeispiele der Erfindung wird durch die folgende Beschreibung der Funktion dieser Ausführungsbeispiele klarer. Es versteht sich aber, daß diese Beschreibung nur zur Erläuterung dient und den Umfang der Erfindung nicht beschränken soll, denn auch die Beschreibung der Funktion der Ausführungsbeispiele der Erfindung auf deren Verwendung bei der Behandlung von Gewebe des menschlichen Herzes beschränkt ist. Wie oben erwähnt, können die Ausführungsbeispiele und Verfahren der Erfindung bei der Behandlung verschiedener Gewebeteile, die sich im Koronarbereich oder der Peripherie befinden, beispielsweise im HF- oder anderen Energien verwendet werden.

Wenn ein Patient ein Herzleiden hat, wie z. B. das oben beschriebene Nebenwegleiden oder das infarktbedingene Leiden oder dgl., das durch eine HF-Energiebehandlung des entsprechenden Herzgewebes wirksam behandelt werden kann, hat der behandelnde Arzt die Wahl, entweder die HF-Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 zu wählen, je nachdem, welche Art von Läsion an dem Herzgewebe gemacht werden soll. Der Arzt beginnt die Behandlung mit der Schaffung eines Zugangs zu dem Gefäßsystem des Patienten. Dieser Zugang kann im Nacken des Patienten oder einer anderen geeigneten Stelle gemacht werden. Die vordere Spitze 36 oder 58 der Energiebehandlungsvorrichtung 10 bzw. 56 wird in die Gefäße des Patienten eingeführt und mit HF-Energie zu behandelnden Gewebe geleitet. Gleichzeitig wird das Patientenkissen 21 auf die Haut des Patienten neben dem zu behandelnden Gewebe gesetzt, so daß die dem Gewebe des Patienten zugeführte HF-Energie an das Patientenkissen 21 geleitet werden kann. Da das Patientenkissen 21 mit der Energiequelle 20 durch den Draht 23 verbunden ist, wird ein elektrischer Kreis durch den Patienten hindurch gebildet, wie oben näher beschrieben wird.

Die vordere Spitze 36 oder 58 wird angrenzend an das Gewebe des Herzes plaziert, das zu behandeln ist, z. B. dasjenige, das der Nebenweg- oder Infarktstelle zugeordnet ist. Es ist hervorzuheben, daß eine vordere Fläche 66 der vorderen Spitze 36 oder 58 nicht mit dem Herzgewebe in Berührung gebracht werden muß, die HF-Gewebebehandlung mit den Ausführungs-

beispielen der Erfindung durchzuführen. Dies stellt eine erhebliche Verbesserung gegenüber ähnlichen Vorrichtungen des Standes der Technik dar, die eine körperliche Berührung zwischen der vorderen Spitze der Vorrichtung und dem Herzgewebe und die Aufrechterhaltung dieser Berührung während der gesamten Dauer der Prozedur erforderten, was schwierig werden könnte, wenn man bedenkt, daß das Gewebe des Herzes in ständiger Bewegung ist, wenn das Herz schlägt. Somit können mit den Ausführungsbeispielen der Erfindung einige HF-Energiebehandlungen leichter als zuvor durchgeführt werden.

Die vordere Spitze 36 oder 58 befindet sich neben dem mit HF-Energie zu behandelnden Gewebe und hat insbesondere einen bestimmten Abstand von diesem Gewebe. Die vordere Spitze 36 oder 58 muß keinen körperlichen Kontakt zu dem Gewebe haben, um die Übertragung von HF-Energie von der Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 sicherzustellen, weil das aus der Vorrichtung 10 oder 56 durch die offene, vordere Spitze 36 oder 58 austretende Elektrolyt-Fluid als elektrische Verlängerung der Elektrode 38 wirkt, die in dem Katheterrohr 32 angeordnet ist, um HF-Energie von der Elektrode 38 auf das Gewebe zu übertragen. Es wurde empirisch durch Experimente ermittelt, daß unter den oben beschriebenen bevorzugten Arbeitsbedingungen der Abstand zwischen der vorderen Spitze 36 oder 58 und dem zu behandelnden Gewebe vorzugsweise weniger als 76,2 mm beträgt, um eine wirksame Übertragung von HF-Energie auf das Gewebe sicherzustellen. Dieser Abstand sollte aber groß genug sein, daß durch die Bewegung des Gewebes, die durch das Schlagen des Herzes bewirkt wird, beispielsweise die Elektrode 38 nicht elektrisch von dem zu behandelnden Gewebe getrennt wird. Dieser Abstand ist natürlich von der Art des verwendeten Elektrolyt-Fluids und des von der Energiequelle 20 gelieferten Energiepegels abhängig.

Nachdem die vordere Spitze 36 oder 58 der Energiebehandlungsvorrichtung 10 bzw. 56 neben dem zu behandelnden Gewebe, wie oben beschrieben, plaziert wurde, wird die Fluidpumpe 28 eingeschaltet, wodurch das Elektrolyt-Fluid gezwungen wird, von der Fluidquelle 24 durch die Leitung 26 und in die Verteileranordnung 12 durch die hintere Öffnung 16B zu strömen. Das Elektrolyt-Fluid strömt durch die Verteileranordnung 12 und in das Fluidlumen 40 in dem Katheterrohr 32, bis das Fluid über die Oberfläche der Elektrode 38 strömt.

Die Energiequelle 20 wird eingeschaltet, so daß die Energiequelle 20 vorzugsweise HF-Energie erzeugt und sie an den Draht 22 liefert. Der Draht 22 erstreckt sich von der Energiequelle 20 zu der Elektrode 38 und ist gegenüber dem Elektrolyt-Fluid in dem Fluidlumen 40 durch das Drahtlumen 30 elektrisch isoliert. Somit ist das einzige Hindernis für die HF-Energieübertragung von der Energiequelle 20 auf die Elektrode 38 der elektrische Widerstand, den der Draht 22 aufweist, der sich zwischen der Energiequelle 20 und der Elektrode 38 erstreckt. Die Elektrode 38 befindet sich im Katheterrohr 32 an einer Stelle, die von der vorderen Spitze 36 oder 58 genügend weit versetzt ist, um zu verhindern, daß Blut in Kontakt mit der Elektrode 38 kommt und daran gerinnt oder koaguliert, und wird mit HF-Energie von der Energiequelle 20 über den Draht 22 versorgt. Außerdem wird die Fluidpumpe 28 derart reguliert, daß die Fluidpumpe 28 einen steten Elektrolyt-Fluidstrom durch das Fluidlumen 40 aufrechterhält, der ausreichend ist, um einen Überdruck in dem Fluidlumen 40 zu erzeugen.

gen, um einen Blutstrom in das Fluidlumen 40 durch die vordere Spitze 36 oder 58 zu verhindern. Dies stellt eine erhebliche Verbesserung gegenüber einigen HF-Energiebehandlungsvorrichtungen des Standes der Technik dar, die thromboseerzeugende vordere Spitzen, z. B. eine freiliegende vordere Elektrode, haben, an denen Blut gerinnen oder koagulieren kann. Um zu verhindern, daß Blut an die Elektrode 38 gerät und um eine wirkungsvolle HF-Energieübertragung auf das Gewebe des Herzes zu schaffen, wurde es empirisch festgelegt, daß bei einer Verwendung des oben beschriebenen bevorzugten Elektrolyt-Fluids, eine Elektrolyt-Fluidströmungsmenge von ungefähr 12 cc pro Minute verwendet werden sollte.

Während HF-Energie in die Elektrode 38 eintritt, strömt Elektrolyt-Fluid über die Oberfläche der Elektrode 38. Da die Elektrode 38 und das Elektrolyt-Fluid eine im wesentlichen gleiche Impedanz und einen im wesentlichen gleichen Widerstand haben, geht die HF-Energie der Elektrode 38 relativ frei in das Elektrolyt-Fluid über, wenn das Fluid über die Oberfläche der Elektrode 38 strömt. Das Elektrolyt-Fluid führt nun von der Energiequelle 20 erzeugte HF-Energie mit sich, während es an dem vorderen Ende 44 der Elektrode 38 vorbeiströmt, und wirkt als elektrische Verlängerung der Elektrode 38. Wegen der relativ gleichen Widerstände und Impedanzen der Elektrode 38 und des Elektrolyt-Fluids wird nur wenig Wärme in der Elektrode 38 erzeugt. Dies ist eine Verbesserung gegenüber einigen HF-Energiebehandlungsvorrichtungen des Standes der Technik, deren vordere Spitzen im Betrieb ziemlich heiß werden können. Wegen der Übereinstimmung in der Impedanz und im Widerstand zwischen der Elektrode 38 und dem Elektrolyt-Fluid bleibt das Elektrolyt-Fluid auch relativ kühl, wird die angrenzende Oberfläche des Myokardgewebes nicht übermäßig erhitzt oder austrocknet und somit wird die Energieübertragung auf das innere Myokardgewebe nicht durch Erhitzung oder Austrocknung des Oberflächengewebes beschränkt.

Das Elektrolyt-Fluid strömt durch die vordere Spitze 36 oder 58 und kommt mit dem zu behandelnden Gewebe in Kontakt. Die Gewebe haben oft relativ hohe Impedanzen und Widerstände im Vergleich zu denen des Elektrolyts. HF-Energie flieht von dem Elektrolyt auf das Gewebe, sobald ein wirksamer Kontakt zwischen dem Elektrolyt und dem Gewebe besteht. Der Unterschied in der Impedanz und im Widerstand zwischen dem Elektrolyt-Fluid und dem zu behandelnden Gewebe läßt Wärme im Gewebe entstehen, wodurch in manchen Fällen ihre Ablation bewirkt wird, sobald eine HF-Energieübertragung von dem Elektrolyt-Fluid in das Gewebe stattfindet. Wegen der Übereinstimmung in der Impedanz und im Widerstand zwischen dem Elektrolyt-Fluid und der Elektrode 38 und dem entsprechenden Unterschied zwischen dem Elektrolyt-Fluid und dem zu behandelnden Gewebe kann die Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 wirkungsvoller als einige vorbekannte Gewebebehandlungsvorrichtungen funktionieren, weil praktisch die gesamte von der Vorrichtung 10 oder 56 erzeugte Wärme im Gewebe und nicht in der Vorrichtung 10 oder 56 erzeugt wird.

Die elektrische Verlängerung der Elektrode 38, die durch das Elektrolyt-Fluid gebildet wird, kann sich infolge der Bewegung des zu behandelnden Gewebes ändern, wobei der elektrische Wirkkontakt zwischen der Elektrode 38 und dem Gewebe aufrechterhalten wird, ohne daß die Vorrichtung 10 oder 56 bewegt werden muß. Insbesondere verläuft der Weg der Elektrolyt-

Fluidströmung bezüglich des zu behandelnden Gewebes so, daß, wenn sich das Gewebe gegenüber der Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 bewegt, beispielsweise infolge der Kontraktion und Relaxation der Muskelzellen des Myokards, wird das Gewebe innerhalb des Elektrolyt-Fluidströmungsweges gehalten. Die Länge des Fluidströmungsweges von der Elektrode 38 zu dem Gewebe kann sich ändern, aber das zu behandelnde Gewebe bleibt innerhalb des Strömungsweges des Elektrolyt-Fluids, so daß HF-Energie praktisch fortwährend von der Elektrode 38 auf das Gewebe des Herzes während des Betriebs der Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 übertragen wird.

Das Elektrolyt-Fluid liefert solange HF-Energie an das betreffende Gewebe des Herzes, bis ausreichend Wärme in diesem Gewebe erzeugt ist, um dessen Behandlung oder Ablation zu bewirken. Nachdem das Gewebe behandelt wurde, kann eine nahezu normale Herzfunktion wiederhergestellt werden, wie oben in bezug auf das Nebenwagelen und das infarktbezogene Leiden beschrieben wurde. Die auf das Gewebe des Herzes übertragene HF-Energie wandert durch den Körper des Patienten zu dem Patientenkissen 21. Die HF-Energie strömt deshalb zu dem Patientenkissen 21, weil das Patientenkissen 21 einen relativ niedrigen Widerstand und eine relativ niedrige Impedanz im Vergleich zu den Eigenschaften des Körpers des Patienten hat. Wenn die HF-Energie das Patientenkissen 21 erreicht hat, kann die Energie zu der Energiequelle 20 über den Draht 23 zurückgeführt werden, um den elektrischen Kreis zu schließen. Somit ist ersichtlich, daß ein HF-energieführender elektrischer Kreis durch einen Patienten hindurch während des Einsatzes der Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 gebildet wird.

Um die effektive Länge des HF-Energieströmungsweges im Patienten zu begrenzen, ist es wünschenswert, das Patientenkissen 21 außen auf der Haut des Patienten in der Nachbarschaft des mittels der HF-Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 zu behandelnden Innengewebes anzuordnen. Die HF-Energie geht vom Körper des Patienten auf das Patientenkissen 21 durch den Draht 23 und zurück zu der Energiequelle 20, um den elektrischen Kreis durch den Patienten hindurch zu schließen. Es ist somit ersichtlich, daß die Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 ein monopolarer System ist, d. h. die Elektrode 38 und das Patientenkissen 21, um HF-Energie zu Geweben im Körper eines Patienten zu leiten, um dieses Gewebe einer HF-Energiebehandlung zu unterwerfen. Dieser Aspekt der verschiedenen Ausführungsbeispiele der Erfindung ist bei Betrachtung von Fig. 4 leichter zu verstehen.

Es wurde empirisch festgestellt, speziell beim Betrieb der Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 in Rinderblut, daß nach einer Betriebsdauer von ungefähr 3 Minuten bei 50 Watt einer Sinuswellenausgabe von der Energiequelle 20 bei 500.000 Hertz, kein merklicher Wärmearaufbau in der vorderen Spitze 36 oder 58 der Energiebehandlungsvorrichtung 10 bzw. 56 war und kein Blut an dieser Spitze 36 oder 58 gerann. Außerdem wurde festgestellt, daß die Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 nach einer Betriebsdauer von ungefähr einer Minute Gewebe entfernen kann, wodurch in das Gewebe Eindringen wird, um einen Krater mit einer Tiefe von ungefähr 12,7 mm zu bilden, wenn die Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 so positioniert wird, daß sie eine fokale Läsion bildet. Der Betrieb der Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 über längere Zeitabstände oder eventuell bei höheren Leistungs-

abgaben kann eine tiefere Eindringung in die Gewebe erzeugen, oder es kann alternativ eine breitere großflächige Läsion erzeugt werden. In Anbetracht dieser Ergebnisse wird ersichtlich, daß die Ausführungsbeispiele der Erfindung eine erhebliche Verbesserung gegenüber der HF-Gewebebehandlungsvorrichtungen des Standes der Technik darstellen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, d. h. eine HF-Energiebehandlungsvorrichtung 66, von der in vorderer Teil in Fig. 4 dargestellt ist, funktioniert ähnlich und hat einen ähnlichen Aufbau wie die Energiebehandlungsvorrichtungen 10 und 56. Infolgedessen werden die gleichen Bezugsziffern für gleiche oder ähnliche Teile verwendet. Außerdem gestattet dieses Ausführungsbeispiel der Erfindung die Verwendung von behenden HF-Energiebehandlungsvorrichtungen auf eine einmalige Art und Weise, die die oben erwähnten Schwierigkeiten der Vorrichtungen des Standes der Technik weitgehend vermeidet.

Die Energiebehandlungsvorrichtung 66 hat ein äußeres Katheterrohr 68, das ein Lumen 70 mit ausreichenden Abmessungen zum Aufnehmen des Katheterrohres 32 bildet, wie in Fig. 4 gezeigt ist. Das Katheterrohr 32 ist in dem Lumen 70 koaxial angeordnet und an seinem hinteren Teil 34 mit einer Verteileranordnung 12 verbunden, wie in Fig. 1 gezeigt ist. Das Katheterrohr 68 kann ein Führungskatheter oder ähnliches sein und kann neben den Geweben vor der Einführung des Katheterrohres 32 in das Lumen 70 plaziert werden. Die Abmessungen der Katheterrohre 32 und 68 können so gewählt werden, daß verhindert oder gestattet wird, daß ein Fluid, wie z. B. ein Kontrastmittel, dazwischen fließt.

Anders als bei den Energiebehandlungsvorrichtungen 10 und 56 ist die Elektrode 38 der Energiebehandlungsvorrichtung 66 mit einem vorderen Ende 72 des Katheterrohres 32 verbunden und nicht in der Nähe des vorderen Endes 72 des Katheterrohres 32 versetzt. Somit ist die Elektrode 38 ein vorderes Ende des Katheterrohres 32 und ist der Draht 22 mit der Elektrode 38 durch das Kügelchen 50 neben einer Verbindung zwischen dem vorderen Ende 72 des Katheterrohres 32 und dem hinteren Ende 46 der Elektrode 38 verbunden. Auf diese Weise wird die vordere Spitze des Katheterrohres mit HF-Energie aufgeladen, wodurch Blut an ihm gerinnen könnte, wie es an den vorderen Elektroden der Vorrichtungen des Standes der Technik gerinnt, wie oben beschrieben wurde.

Es ist aber zu berücksichtigen, daß wegen des einmaligen Aufbaus der Energiebehandlungsvorrichtung 66 an Blut an der Elektrode 38 gerinnt. Wie in Fig. 4 gezeigt, sind im einzelnen die Katheterrohre 32 und 68 relativ zueinander positioniert, daß das vordere Ende der Elektrode 38 einen geringen Abstand von dem vorderen Ende 44 des Katheterrohres 68 hat, d. h. daß das vordere Ende 74 des Katheterrohres 68 näher an dem zu behandelnden Gewebe des Herzes 76 als das vordere Ende 44 der Elektrode 38 ist. Der Abstand zwischen dem vorderen Ende 74 des Katheterrohres 68 und dem vorderen Ende 44 der Elektrode 38 liegt vorzugsweise im Bereich von 2,032 mm bis 12,7 mm, wobei dies gleich dem Abstand zwischen dem vorderen Ende der Elektrode 38 und dem offenen Ende 52 der vorderen Spitze 36 ist. Verbunden mit dem Strom des Elektrolytfluids, wie oben beschrieben, sollte dies wirklich verhindern, daß Blut mit der Elektrode 38 in Berührung kommt und daran gerinnt. Somit ist ersichtlich, daß die Energiebehandlungsvorrichtung 66 im wesentlichen

ähnlich wie die Energiebehandlungsvorrichtung 10 oder 56 funktioniert.

Eine weitere neue HF-Energiebehandlungsvorrichtung 78 ist in Fig. 5 dargestellt. Die Energiebehandlungsvorrichtung 78 hat einen ähnlichen Aufbau wie die Energiebehandlungsvorrichtungen 10, 56 oder 66 in mancher Beziehung. Infolgedessen werden die gleichen Bezugsziffern für gleiche oder ähnliche Teile verwendet. Die Energiebehandlungsvorrichtung 78 unterscheidet sich von den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung dadurch, daß die Energiebehandlungsvorrichtung 78 eine neue Einrichtung zum Lenken eines Elektrolyt-Fluidstroms auf das zu behandelnde Gewebe aufweist. Diese Einrichtung hat die Form eines ausdehnbaren Teiles 80, das an einem vorderen Ende 82 eines Katheterrohres 84, das dem Katheterrohr 32 im wesentlichen ähnlich ist, angeordnet ist.

Das Katheterrohr 84 hat einen nicht gezeigten hinteren Teil, der mit einer Verteileranordnung 12 im wesentlichen auf die gleiche Art und Weise, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist, verbindbar ist. Das Katheterrohr 84 hat einen Außendurchmesser von ungefähr 6 French über einen beträchtlichen Teil seiner axialen Länge; ein im Außendurchmesser verringerter Teil 86 ist jedoch unmittelbar angrenzend an das vordere Ende 82 des Katheterrohres 84 angeordnet. Der im Durchmesser verringerte Teil 86 hat einen Außendurchmesser, der kleiner als der Außendurchmesser des restlichen Teiles des Katheterrohres 84 um eine Länge ist, die im wesentlichen gleich der Dicke des ausdehnbaren Teiles 80 ist. Somit ist ein offenes Ende 88 des ausdehnbaren Teiles 80 durch ein geeignetes Mittel, wie z. B. einen Klebstoff oder dgl. an dem Katheterrohr 84 neben dem im Durchmesser verringerten Teil 86 sicher befestigt, derart, daß ein im wesentlichen glattes äußeres Oberflächenprofil von dem vorderen Ende 82 gebildet ist.

Das ausdehnbare Teil 80 ist an dem verringerten Teil 86 derart befestigt, daß sich der verringerte Teil 86 in einen Innenraum des ausdehnbaren Teiles 80 erstreckt. Wenn somit das ausdehnbare Teil 80 im erschlafften Zustand ist, wie es oft der Fall ist, wenn die Energiebehandlungsvorrichtung 78 in den Körper des Patienten eingeführt wird, kann das ausdehnbare Teil 80 auf dem im Durchmesser verringerten Teil 86 liegen oder auf ihm zusammengefaltet sein, derart, daß das vordere Ende der Vorrichtung 78 ein niedriges Profil hat, um die intravaskuläre Einführung und Lenkung der Energiebehandlungsvorrichtung 78 zu erleichtern.

Der im Durchmesser verringerte Teil 86 erstreckt sich in das ausdehnbare Teil 80 genügend weit, um eine Elektrode 89 im Innenraum des ausdehnbaren Teiles 80 anzuordnen. Im einzelnen ist die Elektrode 89 an einem vorderen Ende 90 des im Durchmesser verringerten Teiles 86 angeordnet, um HF-Energie an das Elektrolyt-Fluid zu liefern, das durch das Fluidlumen 40 strömt, wie oben beschrieben. Es ist jedoch zu vermerken, daß sich die Elektrode 89 von der Elektrode 38 darin unterscheidet, daß die Elektrode 89 eine Anzahl Fenster 92 darin haben kann, um den Durchtritt von Elektrolyt-Fluid von dem Innenraum der Elektrode 38 in den Innenraum des ausdehnbaren Teiles 80 zu gestatten. Wie unten näher beschrieben wird, gestatten es diese Fenster 92, daß das Elektrolyt-Fluid nicht nur in Längsrichtung in bezug auf das Katheterrohr 84 gelenkt wird, wie es bei einigen Energiebehandlungsvorrichtungen des Standes der Technik der Fall ist, sondern zusätzlich auch seitwärts in bezug auf das Katheterrohr 84 gelenkt wird. Die Fenster 82 können auch einen größeren Bereich für die

HF-Energieübertragung von der Elektrode 89 auf das Elektrolyt-Fluid bereitstellen. Außerdem kann die Elektrode 89 irgendeine geeignete Form für die Durchführung bestimmter Behandlungsmethoden aufweisen.

Das ausdehnbare Teil 80 kann einen im wesentlichen ähnlichen Aufbau wie ein herkömmlicher Angioplastie-Ballon haben, wobei aber ein Angioplastie-Ballon oft zwei feste Enden hat, hat das ausdehnbare Teil 80 nur ein festes offenes Ende 88. Das ausdehnbare Teil 80 ist aus einem elastischen Polymer gebildet, das ein ausreichendes Erinnerungsvermögen hat, so daß das ausdehnbare Teil eine vorbestimmte Form haben kann, wie z. B. eine, die der Form des speziellen Gewebes, das mit der Vorrichtung 78 zu behandeln ist, entspricht, wobei das ausdehnbare Teil 80 diese vorbestimmte Form annimmt, wenn es ausgedehnt wird. Die Bedeutung dieses Merkmals wird unten erläutert.

Bei einem gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiel der Energiebehandlungsvorrichtung 78 ist das ausdehnbare Teil 80 aus einem Polyolefin-Copolymer, wie z. B. Surlyn[®], gebildet, es kann aber auch aus anderen Materialien, wie z. B. LATEX[®], gebildet sein. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel nimmt das ausdehnbare Teil 80 eine Gestalt an, die ein im wesentlichen ebenes vorderes Ende 94 hat, wobei diese Form besonders für die Bildung einer großflächigen Läsion an dem zu behandelnden Gewebe geeignet ist, ohne die Energiebehandlungsvorrichtung 78 in bezug auf das Gewebe bewegen zu müssen. Somit nimmt das ausdehnbare Teil 80 eine im wesentlichen birnenförmige Gestalt an, die der Form des Gewebes im Körper des Patienten entspricht, wie es sich z. B. im Koronarbereich vorfindet. Natürlich kann das ausdehnbare Teil 80 so konstruiert sein, daß es jede gewünschte Form bei seiner Ausdehnung annimmt.

Während des Betriebs strömt Elektrolyt-Fluid durch das Fluidlumen 40 im Katheterrohr 84 und in den Innenraum des ausdehnbaren Teils 80 durch das offene vordere Ende 90 des im Durchmesser verringerten Teils 86 und/oder die Fenster 92 in der Seite der Elektrode 89. Durch den Elektrolyt-Fluidstrom in den Innenraum des ausdehnbaren Teils 80 wird das ausdehnbare Teil 80 gezwungen, sich von der äußeren Oberfläche des im Durchmesser verringerten Teils 86 des Katheterrohres 84 wegzubewegen, um die vorbestimmte Form oder Gestalt, wie oben beschrieben, anzunehmen. Im Gegensatz zu einigen Angioplastie-Ballonen braucht das ausdehnbare Teil 80 kein separates Aufblaslumen oder eine Druckluftwelle, um das ausdehnbare Teil 80 auszudehnen. Um die Weiterleitung der HF-Energie von Elektrode 89 an das zu behandelnde Gewebe zu erleichtern, hat das ausdehnbare Teil 80 eine Vielzahl an Löchern 96, die es dem Elektrolyt-Fluid gestatten, aus dem Innenraum des ausdehnbaren Teils 80 zu dem Gewebe zu strömen.

Der Aufbau der Energiebehandlungsvorrichtung 78 wird aus der folgenden Beschreibung ihrer Funktion noch klarer werden. Die Beschreibung der Funktion der Vorrichtung 78 dient natürlich nur der Erläuterung und soll nicht den Umfang der Erfindung beschränken.

Wenn das vordere Ende der Energiebehandlungsvorrichtung 78 in den Patienten eingeführt wird, befindet sich das ausdehnbare Teil 80 im zusammengefallenen Zustand, wobei es auf dem im Durchmesser verringerten Teil 86 liegt oder auf diesem zusammengefaltet ist, um die intravaskuläre Einführung und Lenkung der Vorrichtung 78 an die Behandlungsstelle zu erleichtern. Das vordere Ende 82 des Katheterrohres 84 wird in die richtige Stellung in bezug auf das zu behandelnde Ge-

webe gebracht, und die Vorrichtung 78 wird in Betrieb genommen, wodurch die Elektrode 89 mit HF-Energie erregt wird und das Elektrolyt-Fluid gezwungen wird, durch das Fluidlumen 40 in Richtung auf die Elektrode 89 im wesentlichen wie oben beschrieben zu strömen.

Das Elektrolyt-Fluid trifft auf die Elektrode 89 und nimmt HF-Energie von ihr auf, wenn es im elektrischen Wirkkontakt mit der Elektrode 89 ist. Ein Teil des Elektrolyt-Fluids strömt durch die Elektrode 89 und tritt durch das offene vordere Ende 90 des im Durchmesser verringerten Teils 86 aus, während ein anderer Teil des Elektrolyt-Fluids durch die Fenster 92 in der Elektrode 89 strömt. Die Elektrode 89 wird dem Elektrolyt-Fluid ausgesetzt, wenn das Fluid durch die Fenster 92 strömt, wodurch die für die Energieübertragung von der Elektrode 89 auf das Elektrolyt-Fluid verfügbare Oberfläche wirksam erhöht wird. Außerdem erleichtert das durch die Fenster 92 tretende Elektrolyt-Fluid die Ausdehnung des ausdehnbaren Teils 80 in seitlicher Richtung.

Das HF-energieführende Elektrolyt-Fluid verläßt die Elektrode 89 und tritt in den Innenraum des ausdehnbaren Teils 80 ein. Durch die Gegenwart und die Kraft des Elektrolyt-Fluidstromes wird das ausdehnbare Teil 80 gezwungen, sich vom erschlafften oder zusammengezogenen Zustand in den in Fig. 5 dargestellten ausgedehnten Zustand zu bewegen. Wenn genügend Elektrolyt-Fluid in den Innenraum des ausdehnbaren Teils 80 geströmt ist, nimmt das Teil 80 seine vorgeformte Gestalt an, die vorzugsweise der Form des mit der Energiebehandlungsvorrichtung 78 zu behandelnden Gewebes entspricht. Die vorgeformte Gestalt gestattet es den Löchern 96 im ausdehnbaren Teil 80, das HF-energieführende Elektrolyt-Fluid auf das Gewebe zu lenken, das mit HF-Energie behandelt werden muß.

Das energieführende Elektrolyt-Fluid strömt vom Innenraum des ausdehnbaren Teils 80 durch die Löcher 96 in Richtung des zu behandelnden Gewebes. Die Anordnung der Löcher 96 an dem ausdehnbaren Teil 80 kann auch so vorgewählt sein, daß ein Elektrolyt-Fluidstrom in Richtung auf die ausgewählten Gewebestellen gelenkt wird. Außerdem kann das ausdehnbare Teil 80 verschieden ausgedehnt werden, um verschiedene Formen zu bilden, um energieführendes Elektrolyt-Fluid auf das zu behandelnde Gewebe zu lenken, wobei nur eine einzige Vorrichtung verwendet wird. Auf diese Weise ermöglicht die Energiebehandlungsvorrichtung 78 somit eine selektive Energiebehandlung eines bestimmten Gewebes und eine Anpassung der Energiebehandlung auf bestimmte Gewebeformen im Körper eines Patienten.

Nachdem das Gewebe genügend behandelt wurde, wird der Elektrolyt-Fluidstrom durch die Energiebehandlungsvorrichtung 78 abgestellt, und die Elektrode 89 wird nicht mehr mit HF-Energie erregt. Da das Elektrolyt-Fluid nicht mehr länger in den Innenraum des ausdehnbaren Teils 80 strömt, kehrt das Teil 80 aufgrund der Elastizität seines Werkstoffes in den ursprünglichen zusammengezogenen oder erschlafften Zustand zurück. Das vordere Ende der Energiebehandlungsvorrichtung 78 kann nun ziemlich leicht im Körper des Patienten bewegt oder daraus entfernt werden, weil das ausdehnbare Teil 80 wieder ein niedriges Profil hat.

Eine elektrophysiologische Behandlungsvorrichtung 98 entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 6 gezeigt. Die Behandlungsvorrichtung 98 und die Behandlungsvorrichtung 10 sind sich bis auf die hier erwähnten Unterschiede im wesentlichen ähnlich; demzufolge werden die gleichen Bezugs-

ziffern für gleiche oder ähnliche Teile verwendet. Insbesondere weist die Behandlungsvorrichtung 98 eine neue Konstruktion der Einrichtung zum Lenken des Elektrolyt-Fluidstroms auf das mit elektrischer Energie zu behandelnde Gewebe auf. Diese Einrichtung hat die Form eines Ablenkungskörpers 100, der so geformt ist, daß er das energieführende Elektrolyt-Fluid auf einen bestimmten vorgewählten Strömungsweg lenkt, der der Form des zu behandelnden Gewebes entsprechen kann.

Der Draht 22 erstreckt sich durch das Drahtlumen 30 im wesentlichen auf die gleiche Art und Weise, wie sie oben beschrieben wurde, und das vordere Ende 48 des Drahtes 22 ist elektrisch mit einem hinteren Ende einer Elektrode 102 durch ein Lötkügelchen 50 oder dgl. verbunden. Ein hinteres Ende 104 des Ablenkungskörpers 100 ist an einem vorderen Ende der Elektrode 102 durch einen Klebstoff 106, vorzugsweise Epoxy, befestigt, so daß sich der Ablenkungskörper 100 nach vorne von der Elektrode 102 erstreckt.

Da die Elektrode 102 beim dargestellten Ausführungsbeispiel den Ablenkungskörper 100 tragen muß, besteht die Elektrode 102 vorzugsweise aus einem massiven Zylinder, um eine sichere Verbindung zwischen der Elektrode 102 und dem Ablenkungskörper 100 sicherzustellen, und auch um eine sichere Befestigung des Ablenkungskörpers 100 am restlichen Teil der Energiebehandlungsvorrichtung 98 zu schaffen, so daß der Ablenkungskörper 100 nicht merklich von dem Elektrolyt-Fluid bewegt wird, das den Ablenkungskörper 100 umströmt. Natürlich sind auch andere Formen der Elektrode 102 möglich, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen zu müssen.

Um den Ablenkungskörper 100, die Elektrode 102 und das Drahtlumen 30 zusätzlich abzustützen, ist mindestens ein Streifen 108 vorgesehen, der sich von der Innendurchmesserfläche des Katheterrohres 32 radial nach innen erstreckt. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel greift der Streifen 108 an der Außendurchmesserfläche des Drahtlumens 30 an, wodurch das Drahtlumen 30 und somit der Ablenkungskörper 100 gestützt wird und diese Teile im wesentlichen konzentrisch in bezug auf das Katheterrohr 32 gehalten werden. Hierdurch wird sichergestellt, daß die gewünschte Ablenkung oder Verteilung des energieführenden Elektrolyt-Fluids eintritt.

Der Ablenkungskörper 100 hat beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine im wesentlichen kegelförmige Gestalt mit einem trompetenförmig ausgeuchten oder erweiterten Teil 110, der sich über ein vorderes Ende 112 des Katheterrohres 32 hinaus erstreckt. Der Ablenkungskörper 100 ist vorzugsweise aus einem nichtleitenden Material, wie z. B. TEFLON® oder dergleichen, hergestellt, so daß keine elektrische Energie von der Elektrode 102 oder dem Elektrolyt-Fluid auf den Ablenkungskörper 100 übertragen werden kann. Somit wird in der Ablenkungskörper 100 im Strömungsweg des Elektrolyt-Fluids verbleiben, ohne elektrische Energie in dem Elektrolyt-Fluid aufzunehmen. Außerdem kann der Ablenkungskörper 100 eine andere Form als in Fig. 6 dargestellte Form haben, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Die Form des Ablenkungskörpers 100 kann beliebig sein und kann z. B. der Form des mit der Energiebehandlungsvorrichtung 98 zu behandelnden Gewebes entsprechen. Die Form des Ablenkungskörpers 100 kann somit vorgewählt werden, das energieführende Elektrolyt-Fluid auf die gewünschten ausgewählten Bereiche des Gewebes des Patienten zu richten.

Eine spezielle Verwendung des Ablenkungskörpers 100 besteht darin, bestimmte Bereiche des zu behandelnden Gewebes gegen mindestens einen Teil des Elektrolyt-Fluids abzuschirmen, um dadurch eine selektive Behandlung des Gewebes zu ermöglichen. Diese spezielle Verwendung soll im Detail beschrieben werden, weil der Leser dadurch die neuen Aspekte der Ausführungsbeispiele der Erfindung besser erkennen kann; es versteht sich aber, daß diese Beschreibung nur der Erläuterung dient und nicht den Umfang der Erfindung beschränken soll.

Wenn, wie in Fig. 6 gezeigt, das energieführende Elektrolyt-Fluid auf den Ablenkungskörper 100 auftrifft, wenn es durch das vordere Ende des Katheterrohres 32 strömt, wird durch das Zusammenwirken des Elektrolyt-Fluids und des Ablenkungskörpers 100 der Fluidströmungsweg entsprechend der Form des Ablenkungskörpers 100 gerichtet oder abgelenkt. Während somit der durch die Pfeile 54 angezeigte Fluidströmungsweg im Katheterrohr 32 relativ konzentriert sein kann, verbreitert oder zerteilt sich der durch die Pfeile 114 angezeigte Fluidströmungsweg, wenn das Elektrolyt-Fluid auf den Ablenkungskörper 100 auftrifft und durch das vordere Ende 112 des Katheterrohres 32 strömt. Wegen dieses Unterschieds in der Konzentration der Fluidströmung können verschiedene Läsionen an dem zu behandelnden Gewebe gebildet werden und verschiedene Teile des Gewebes können gegen die durch das energieführende Elektrolyt-Fluid bewirkte Erwärmung abgeschirmt werden.

Wie in Fig. 7 gezeigt, trifft ein relativ konzentrierter oder im wesentlichen fokussierter Fluidströmungsweg, der durch die Pfeile 54 angezeigt ist, auf das zu behandelnde Gewebe 116 auf und leitet elektrische Energie an dieses Gewebe weiter. Dieser fokussierte Fluidströmungsweg 54 kann z. B. durch die Energiebehandlungsvorrichtungen 10 und 66 erzeugt werden. Da der Strömungsweg 54 des Elektrolyt-Fluids relativ konzentriert ist, wird eine fokussierte Läsion gebildet, die durch die nekrotische Zone 118 der erhitzten oder behandelten Gewebezellen dargestellt ist. Auch kann die konzentrierte Fluidströmung einen Krater 120 an dem Gewebe 116 an der Stelle des direkten Kontakts zwischen dem energieführenden Elektrolyt-Fluid und dem Gewebe 116 erzeugen. Die Erzeugung des Kraters 120 erfordert die Übertragung einer beträchtlichen Energiemenge auf einen kleinen Bereich des Gewebes, wodurch die Abmessungen der nekrotischen Zone 118 entsprechend begrenzt werden. Auf diese Weise kann eine fokale Läsion gebildet werden.

Dagegen zeigt Fig. 8 einen relativ aufgefächerten, durch die Pfeile 114 angezeigten Fluidströmungsweg, der auf einem ähnlichen Teil des Gewebes 116 auftrifft. Dieser Fluidströmungsweg kann durch die Energiebehandlungsvorrichtungen 56, 78 und 98 erzeugt werden. Da der Fluidströmungsweg 114 nicht so wie der Fluidströmungsweg 54, der in Fig. 7 gezeigt ist, fokussiert ist, wird kein Krater 120 an dem Gewebe 116 gebildet. Stattdessen wird die Energie des energieführenden Elektrolyt-Fluids auf einen relativ großen Teil des Gewebes 116 übertragen, wodurch eine nekrotische Zone 122 gebildet wird, die größere Abmessungen als die nekrotische Zone 118 hat. Die nekrotische Zone 122 kann tiefer in das Gewebe 116 eingedrungen sein, weil die elektrische Energie nicht für die Bildung des Kraters 120 verbraucht wird. Auf diese Weise kann eine großflächige Läsion gebildet werden.

Beim Vergleich der nekrotischen Zonen 118 und 122

werden die durch die Ausführungsbeispiele der Erfindung geschaffenen Vorteile klarer. Die Energiebehandlungsvorrichtung 10, 56, 78 oder 98 kann dazu verwendet werden, entweder fokale Läsionen oder großflächige Läsionen zu erzeugen. Jede gewünschte Form oder Tiefe von Läsionen kann mit den Energiebehandlungsvorrichtungen 10, 56, 78 oder 98 durch eine geeignete Ausbildung der Einrichtung zum Lenken des energieführenden Elektrolyt-Fluidstroms erzeugt werden. Diese neue Einrichtung erlaubt es einem behandelnden Arzt, die Zufuhr von energieführendem Elektrolyt-Fluid auf verschiedene Gewebe anzupassen, ohne die Behandlungsvorrichtungen 10, 56, 78 oder 98 in bezug auf diese Gewebe bewegen zu müssen. Die Behandlungsvorrichtungen 10, 56, 78 oder 98 gestatten die Abschirmung von bestimmten Gewebeteilen vor der Energiebehandlung. Die durch die Ausführungsbeispiele der Erfindung erzeugbaren Läsionen sind fast unbegrenzt, wodurch den behandelnden Ärzten eine größere Flexibilität bei der Durchführung von elektrophysiologischen Behandlungen gegeben werden kann. Auch kann den elektrophysiologischen Behandlungen ein vergrößerter Anwendungsbereich gegeben werden, und sie können bei anderen Gefäßen als Koronargefäßen, wie z. B. bei peripheren Gefäßen verwendet werden.

Die verschiedenen Ausführungsformen und Verfahren der Erfindung stellen zahlreiche Verbesserungen und Fortschritte auf dem Gebiet der Behandlung von Geweben im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie und insbesondere HF-Energie dar. Diese Vorrichtungen und Verfahren leisten einen erheblichen Beitrag auf dem Gebiet der elektrophysiologischen Ablations- oder Gewebebehandlung. Ein Aspekt der Ausführungsbeispiele besteht darin, daß sie Gebrauch von einem neuen Verfahren der Leitung von Energie, d. h. eines Elektrolyt-Fluids, von einer Quelle 20 dieser Energie bis zum Gewebe im Patienten, der behandelt wird, machen. Diese Aspekte gestatten es den Energiebehandlungsvorrichtungen 10, 56, 66, 78 und 98, Behandlungsenergie an die Gewebe zu liefern, ohne einen körperlichen Kontakt mit diesen Geweben während der Behandlung aufrechterhalten zu müssen. Dies stellt eine erhebliche Verbesserung gegenüber einigen elektrophysiologischen Ablations- oder Gewebebehandlungsvorrichtungen des Standes der Technik dar, die die Aufrechterhaltung eines körperlichen Kontakts zu dem zu behandelnden Gewebe erfordern.

Die Energiebehandlungsvorrichtungen 10, 56, 66, 78 und 98 der Erfindung sind in der Lage, Energie an einen Gewebebereich im Körper des Patienten zu liefern, der größer ist, als ein entsprechender Bereich einiger bekannten Vorrichtungen. Außerdem lassen es die Ausführungsbeispiele und Verfahren der Erfindung zu, daß die Energiebehandlungsvorrichtungen 10, 56, 66, 78 und 98 Energie an einen unterschiedlich groben Gewebebereich im Patienten liefern. Außerdem staut sich keine Wärme in den vorderen innerhalb des Körpers liegenden Enden der Energiebehandlungsvorrichtungen 10, 56, 66, 78 und 98 der Erfindung während deren Verwendung so erheblich, wie es bei einigen der elektrophysiologischen Vorrichtungen des Standes der Technik der Fall ist. Auch sind die vorderen Spitzen der Energiebehandlungsvorrichtungen 10, 56, 66, 78 und 98 im wesentlichen nicht thromboseerzeugend, wodurch der Wirkungsgrad dieser Vorrichtungen erhöht wird.

1. Verfahren zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit den Schritten, daß eine Energiebehandlungsvorrichtung, die eine Elektrode und eine distale Spitze hat, vorgesehen wird, wobei die Elektrode im Körper des Patienten angeordnet wird;
- die distale Spitze im Körper des Patienten in der Nachbarschaft des mit elektrischer Energie zu behandelnden Gewebes angeordnet wird;
- die Elektrode mit elektrischer Energie versorgt wird; und
- die Elektrode mit dem zu behandelnden Gewebe elektrisch verbunden wird, wobei ein Elektrolyt-Fluid von der Elektrode zu dem Gewebe strömt, um das Gewebe mit elektrischer Energie zu behandeln.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode mit Hochfrequenz-Energie versorgt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode mit elektrischer Energie von ungefähr 50 Watt bei ungefähr 500.000 Hertz versorgt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die distale Spitze von dem zu behandelnden Gewebe um eine Strecke von weniger als 30,48 cm versetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Energiebehandlungsvorrichtung ein in den Körper des Patienten einführbares Katheterrohr aufweist, in welchem ein Fluidlumen angeordnet ist und sich die Elektrode befindet, gekennzeichnet durch den Schritt, daß das Elektrolyt-Fluid durch das Fluidlumen geführt wird, so daß das Elektrolyt-Fluid elektrisch in Kontakt mit der Elektrode kommt; elektrische Energie von der Elektrode auf das Elektrolyt-Fluid übertragen wird; und das elektrische energieführende Elektrolyt-Fluid auf das Gewebe gelenkt wird, um es zu behandeln.
6. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet ferner durch den Schritt, daß die Energiebehandlungsvorrichtung gegenüber dem Gewebe im Körper des Patienten bewegt wird, um ein großes Gewebegebiet dem energieführenden Elektrolyt-Fluid auszusetzen.
7. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet ferner durch den Schritt, daß die Energiebehandlungsvorrichtung in bezug auf das Gewebe im Körper des Patienten im wesentlichen ortsfest gehalten wird, um ein kleines Gewebegebiet dem energieführenden Elektrolyt-Fluid auszusetzen.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrolyt-Fluid ein Kontrastmittel, eine Natriumchloridlösung, eine Calciumsalzlösung, eine Kalisalzlösung oder eine Lösung aus einem leitenden Radionuklid aufweist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine am distalen Ende der Energiebehandlungsvorrichtung angeordnete Einrichtung zum Lenken des Elektrolyt-Fluids vorgesehen ist, gekennzeichnet ferner durch den Schritt, daß das Elektrolyt-Fluid in Kontakt mit der Einrichtung zum Lenken des Elektrolyt-Fluids gebracht wird, um das Elektrolyt-Fluid auf ein ausgewähltes Gewebegebiet zu lenken.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Einrichtung

tung zum Lenken des Elektrolyt-Fluids ein ausdehnbares Teil aufweist, gekennzeichnet ferner durch die Schritte, daß das ausdehnbare Teil in den Körper des Patienten eingeführt wird; das ausdehnbare Teil im Körper des Patienten ausgedehnt wird;

und das Elektrolyt-Fluid in Kontakt mit dem ausdehnbaren Teil gebracht wird, um das Elektrolyt-Fluid auf ein ausgewähltes Gewebegebiet zu lenken.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das ausdehnbare Teil einen Innenraum hat, gekennzeichnet ferner durch den Schritt, daß das Elektrolyt-Fluid in das ausdehnbare Teil geführt wird, um dadurch das ausdehnbare Teil auszudehnen.

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ferner eine am distalen Ende der Energiebehandlungsvorrichtung angeordnete Einrichtung zum Lenken des Elektrolyt-Fluids vorgesehen ist, gekennzeichnet ferner durch den Schritt, daß ein Teil des Gewebes gegen das Elektrolyt-Fluid mit der Einrichtung abgeschirmt wird.

13. Verfahren zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie mit den Schritten, daß eine Energiebehandlungsvorrichtung, die eine Elektrode und eine distale Spitze hat, vorgesehen wird, wobei die Elektrode eine Impedanz hat und in dem Körper des Patienten angeordnet wird;

die distale Spitze im Körper des Patienten in der Nachbarschaft des mit elektrischer Energie zu behandelnden Gewebes angeordnet wird; die Elektrode mit elektrischer Energie versorgt wird;

die Elektrode elektrisch mit dem zu behandelnden Gewebe verbunden wird, wobei ein eine Impedanz aufweisendes Elektrolyt-Fluid von der Elektrode zu dem Gewebe strömt, um das Gewebe mit elektrischer Energie zu behandeln; und

die Elektrode und/oder das Elektrolyt-Fluid so ausgewählt wird, daß die Impedanz der Elektrode und die Impedanz des Elektrolyt-Fluids annähernd gleich sind, um die Erzeugung von Wärme bei der Übertragung von elektrischer Energie an der Elektrode auf das Elektrolyt-Fluid auf ein Minimum zu beschränken.

14. Verfahren zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit den Schritten, daß eine Energiebehandlungsvorrichtung, die eine Elektrode und eine in den Körper des Patienten einführbare distale Spitze hat, vorgesehen wird;

die distale Spitze im Körper des Patienten in der Nachbarschaft des mit elektrischer Energie zu behandelnden Gewebes angeordnet wird;

die Elektrode mit elektrischer Energie versorgt wird; und ein Fluid über die Elektrode geführt wird, um zu verhindern,

daß Blut an der Elektrode gerinnt, wenn die Elektrode mit elektrischer Energie versorgt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Fluid ein Elektrolyt-Fluid ist, und ferner gekennzeichnet durch die Schritte, daß das Elektrolyt-Fluid über die Elektrode geführt wird, so daß elektrische Energie der Elektrode auf das Elektrolyt-Fluid übertragen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, gekennzeichnet

ferner durch den Schritt, daß das Elektrolyt-Fluid von der Elektrode auf das Gewebe im Körper eines Patienten gelenkt wird, um das Gewebe mit elektrischer Energie zu behandeln.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrolyt-Fluid im wesentlichen auf das Gewebe konzentriert wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrolyt-Fluid über das Gewebe verteilt wird.

19. Verfahren zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie mit den Schritten,

daß eine elektrophysiologische Energiebehandlungsvorrichtung vorgesehen wird, die ein längliches Katheterrohr aufweist, das ein distales Ende hat, das in den Patienten einführbar ist, wobei eine Elektrode in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes angeordnet ist;

die Elektrode mit elektrischer Energie versorgt wird; und

ein Elektrolyt-Fluid durch das Katheterrohr geleitet wird, um elektrische Energie von der Elektrode zu dem zu behandelnden Gewebe zu leiten.

20. Verfahren zum Bilden eines elektrischen Kreises im Körper eines Patienten, um Gewebe im Körper des Patienten mit elektrischer Energie zu behandeln, mit den Schritten, daß eine erste Elektrode vorgesehen wird, die in den Körper des Patienten einführbar ist;

die erste Elektrode in den Körper des Patienten eingeführt wird;

die erste Elektrode im Körper des Patienten in der Nähe von und versetzt zu dem behandelnden Gewebe angeordnet wird;

ein Elektrolyt-Fluid bereitgestellt wird;

die erste Elektrode elektrisch mit dem zu behandelnden Gewebe mit dem Elektrolyt-Fluid verbunden wird, um elektrische Energie von der ersten Elektrode an das Gewebe zu liefern, eine zweite Elektrode vorgesehen wird, die mit dem Körper des Patienten verbindbar ist; und

die zweite Elektrode elektrisch mit dem Gewebe verbunden wird, um elektrische Energie von dem Gewebe an die zweite Elektrode zu liefern.

21. Verfahren zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit den Schritten, daß ein erstes Katheterrohr, das eine in den Körper des Patienten einführbare distale Spitze und eine im Ganzen im Körper des Patienten anordenbaren Elektrode hat, bereitgestellt wird; ein zweites Katheterrohr, das ein distales Ende und ein Lumen mit ausreichenden Abmessungen zum Aufnehmen des ersten Katheters hat, bereitgestellt wird;

der zweite Katheter in den Körper des Patienten eingeführt wird;

der zweite Katheter in der Nachbarschaft des Gewebes angeordnet wird;

der erste Katheter in den zweiten Katheter eingeführt wird;

das erste Katheterrohr relativ zu dem zweiten Katheterrohr so angeordnet wird, daß die distale Spitze gegenüber dem distalen Ende in der Nähe versetzt ist;

die Elektrode erregt wird;

ein Elektrolyt-Fluid durch den ersten Katheter geleitet wird, um eine elektrische Verbindung zwi-

schen der Elektrode und dem Elektrolyt-Fluid zu bilden; und

eine elektrische Verbindung zwischen dem Elektrolyt-Fluid und dem zu behandelnden Gewebe gebildet wird, so daß Energie von der Elektrode auf das Gewebe übertragen wird, um das Gewebe zu behandeln.

22. Elektrophysiologische Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in den Körper des Patienten einführbares distales Ende hat; einer Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes angeordnet ist, so daß sich die Elektrode in dem Körper des Patienten befindet, wenn das distale Ende in dem Körper des Patienten eingeführt ist; und einem Elektrolyt-Fluid, das in dem Katheterrohr angeordnet ist, um die elektrisch mit dem Gewebe in dem Körper des Patienten zu verbinden, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu liefern.

23. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 22, gekennzeichnet ferner durch eine elektrische Energiequelle, die mit der Elektrode elektrisch verbunden ist; dadurch daß von der elektrischen Energiequelle elektrische Hochfrequenz-Energie der Elektrode zuführbar ist.

24. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energiequelle eine elektrische Energie von 50 Watt bei einer Frequenz von ungefähr 500.000 Hertz an die Elektrode liefert.

25. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in den Körper des Patienten einführbares distales Ende hat;

einer Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes angeordnet ist, so daß sich die Elektrode im Körper des Patienten befindet, wenn das distale Ende in den Körper des Patienten eingeführt ist;

einem Elektrolyt-Fluid, das in dem Katheterrohr angeordnet ist, um die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe im Körper des Patienten zu verbinden, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu liefern;

einer elektrischen Energiequelle;

einem durch das Katheterrohr sich erstreckenden Draht, der die elektrische Energiequelle mit der Elektrode elektrisch verbindet;

einer mit dem Katheterrohr verbundenen Elektrolyt-Fluidquelle, um das Katheterrohr mit Elektrolyt-Fluid zu versorgen;

einem Drahtlumen, das in dem Katheterrohr angeordnet ist; und wobei sich der Draht durch das Drahtlumen derart erstreckt,

daß das Drahtlumen den Draht gegenüber dem Elektrolyt-Fluid elektrisch isoliert.

26. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode im wesentlichen zylindrisch ist.

27. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in den

Körper des Patienten einführbares distales Ende hat;

einer Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes angeordnet ist, so daß sich die Elektrode im Körper des Patienten befindet, wenn das distale Ende in den Körper des Patienten eingeführt ist;

einem in dem Katheterrohr angeordneten Elektrolyt-Fluid, das die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe im Körper des Patienten verbindet, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu liefern; und

einem Fenster an der Elektrode, um einen Elektrolyt-Fluidstrom zu lenken und die Energieübertragung von der Elektrode auf das Elektrolyt-Fluid zu erleichtern.

28. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie,

mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in den Körper des Patienten einführbares distales Ende hat;

einer Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes angeordnet ist, derart, daß sich die Elektrode im Körper des Patienten befindet, wenn das distale Ende in den Körper des Patienten eingeführt ist; wobei die Elektrode ein distales Ende hat; wobei das distale Ende der Elektrode gegenüber dem distalen Ende des Katheterrohres um eine Strecke versetzt ist, die im wesentlichen im Bereich zwischen 2,03 und 12,7 mm liegt; und

einem in dem Katheterrohr angeordneten Elektrolyt-Fluid, das die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe im Körper des Patienten verbindet, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu liefern.

29. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode ein Silber-Silberchlorid-Material aufweist.

30. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 22, gekennzeichnet ferner durch eine Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid in Richtung auf ausgewähltes Gewebe im Körper eines Patienten.

31. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid in Richtung auf ausgewähltes Gewebe im Körper eines Patienten eine distale Spitze an dem Katheterrohr aufweist.

32. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die distale Spitze eine im wesentlichen zylindrische Form hat, um den Elektrolyt-Fluidstrom auf das zu behandelnde Gewebe im wesentlichen zu konzentrieren.

33. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in den Körper des Patienten einführbares distales Ende hat;

einer Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes derart angeordnet ist, daß sich die Elektrode im Körper des Patienten befindet, wenn das distale Ende in den Körper des Patienten eingeführt ist;

einem Elektrolyt-Fluid, das in dem Katheterrohr angeordnet ist, um die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe im Körper des Patienten zu verbinden, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu lie-

fern;

einer Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid in Richtung auf ausgewähltes Gewebe im Körper des Patienten, wobei die Einrichtung eine distale Spitze an dem Katheterrohr aufweist; und wobei die distale Spitze im wesentlichen kegelstumpfförmig ist.

34. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid auf Gewebe im Körper eines Patienten ein ausdehnbares Teil aufweist, das an dem distalen Ende des Katheterrohres befestigt ist.

35. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 34, wobei das zu behandelnde Gewebe eine bestimmte Form hat, dadurch gekennzeichnet, daß das ausdehnbare Teil eine vorbestimmte Form hat, die der Form des Gewebes entspricht, um den Kontakt zwischen dem Gewebe und dem Elektrolyt-Fluid zu erleichtern.

36. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß das ausdehnbare Teil einen Innenraum hat, das ausdehnbare Teil an dem distalen Ende des Katheterrohres befestigt ist, so daß in dem Katheterrohr befindliches Elektrolyt-Fluid in den Innenraum strömen kann, um dadurch das ausdehnbare Teil auszudehnen, und ferner gekennzeichnet durch einen Durchbruch in dem ausdehnbaren Teil, um dem Elektrolyt-Fluid in dem Innenraum zu gestatten, durch den Durchbruch zu dem zu behandelnden Gewebe zu strömen.

37. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß das ausdehnbare Teil ein Elastomer aufweist.

38. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in den Körper des Patienten einführbares distales Ende hat;

einer Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes derart angeordnet ist, daß sich die Elektrode in dem Körper des Patienten befindet, wenn das distale Ende in dem Körper des Patienten eingeführt ist;

einem Elektrolyt-Fluid, das in dem Katheterrohr angeordnet ist, und die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe im Körper des Patienten verbindet, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu liefern; und

einer Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid in Richtung auf ausgewähltes Gewebe im Körper eines Patienten, wobei die Einrichtung einen Ablenkungskörper aufweist, der an dem distalen Ende des Katheterrohres angeordnet ist.

39. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablenkungskörper nichtleitend ist.

40. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablenkungskörper im wesentlichen kegelstumpfförmig ist.

41. Energiebehandlungsvorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode ein distales Ende hat und daß der Ablenkungskörper an dem distalen Ende der Elektrode befestigt ist.

42. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit

elektrischer Energie,

mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in den Körper des Patienten einführbares distales Ende hat;

einer Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes derart angeordnet ist, daß sich die Elektrode im Körper des Patienten befindet, wenn das distale Ende in den Körper des Patienten eingeführt ist; wobei die Elektrode ein distales Ende hat, das in dem Katheterrohr angeordnet und etwas gegenüber dem distalen Ende des Katheterrohres versetzt ist;

einem Elektrolyt-Fluid, das in dem Katheterrohr angeordnet ist und die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe in dem Körper des Patienten verbindet, um Energie von der Elektrode zu dem Gewebe zu liefern; und

einem Ablenkungskörper, der an dem distalen Ende der Elektrode befestigt ist, um den Elektrolyt-Fluidstrom vor der Elektrode zu verteilen.

43. Elektrophysiologische Behandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das ein in einem Patienten einführbares distales Ende hat; einer erregbaren Elektrode, die in dem Katheterrohr in der Nachbarschaft des distalen Endes derart angeordnet ist, daß die Elektrode in den Körper des Patienten einführbar ist;

einem Fluidlumen, das sich durch das Katheterrohr erstreckt;

und einem Fluid, das durch das Katheterrohr unter einem ausreichenden Druck strömt, um weitgehend zu verhindern, daß Blut an der Elektrode gerinnt, wenn sie erregt wird.

44. Elektrophysiologische Behandlungsvorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein Elektrolyt ist.

45. Elektrophysiologische Behandlungsvorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt aus mindestens einer Natriumchloridlösung, einem Kontrastmittel, einer Calciumsalzlösung, einer Kalisalzlösung oder einer Radionuklidlösung besteht.

46. Elektrophysiologische Behandlungsvorrichtung nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt eine Lösung aus ungefähr 45 g Natriumchlorid in ungefähr 100 ml Wasser besteht.

47. Elektrophysiologische Behandlungsvorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid ein elektrischer Leiter ist und daß die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe im Körper des Patienten durch das Fluid verbunden ist.

48. Elektrischer Kreis, der durch das Gewebe des Körpers eines Patienten führt, um das Gewebe mit elektrischer Energie zu behandeln, mit einer ersten Elektrode, die im Ganzen in den Körper des Patienten einführbar ist;

einem Elektrolyt-Fluid, das die Elektrode elektrisch mit dem zu behandelnden Gewebe verbindet, so daß sich elektrische Energie von der Elektrode zu dem zu behandelnden Gewebe bewegen kann; und einer zweiten Elektrode, die mit dem Körper des Patienten elektrisch verbunden ist, so daß sich elektrische Energie von dem Gewebe zu der zweiten Elektrode bewegen kann.

49. Elektrischer Kreis nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode ein Silber-

Silberchlorid-Material aufweist.

50. Elektrischer Kreis nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt mindestens eine Natriumchloridlösung, ein Kontrastmittel, eine Calciumsalzlösung, eine Kalisalzlösung oder eine Radionuklidlösung aufweist. 5

51. Elektrischer Kreis nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt über die Elektrode unter einem vorbestimmten Druck geführt wird und daß der Druck ausreichend ist, um weitgehend zu verhindern, daß Blut an der Elektrode gerinnt. 10

52. Elektrischer Kreis nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Elektrode in einem Katheterrohr angeordnet ist; das Elektrolyt-Fluid einen Strömungsweg zwischen der ersten Elektrode und dem Gewebe bildet; und ferner gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid in Richtung auf das in dem Strömungsweg angeordnete Gewebe im Körper eines Patienten. 15 20

53. Elektrischer Kreis nach Anspruch 52, gekennzeichnet ferner durch eine distale Spitze an dem Katheterrohr.

54. Elektrischer Kreis nach Anspruch 53, dadurch gekennzeichnet, daß die distale Spitze eine im wesentlichen zylindrische Form hat, um den Strömungsweg zu konzentrieren. 25

55. Elektrischer Kreis nach Anspruch 53, dadurch gekennzeichnet, daß die distale Spitze im wesentlichen kegelförmig ist, um den Strömungsweg zu verbreitern. 30

56. Elektrischer Kreis nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid in Richtung auf Gewebe im Körper eines Patienten ein ausdehnbares Teil aufweist, das in Wirkverbindung mit dem Katheterrohr ist. 35

57. Elektrischer Kreis nach Anspruch 56, wobei das zu behandelnde Gewebe eine bestimmte Form hat, dadurch gekennzeichnet, daß das ausdehnbare Teil eine der Form des Gewebes entsprechende Form hat. 40

58. Elektrischer Kreis nach Anspruch 56, dadurch gekennzeichnet, daß das ausdehnbare Teil einen Innenraum hat, und das ausdehnbare Teil in Wirkverbindung mit dem Katheterrohr steht, so daß in dem Katheterrohr befindliches Elektrolyt-Fluid in den Innenraum strömen kann, um dadurch das ausdehnbare Teil auszudehnen; und ferner gekennzeichnet durch einen Durchbruch in dem ausdehnbaren Teil, um dem Elektrolyt-Fluid in dem Innenraum zu gestatten, durch den Durchbruch zu dem zu behandelnden Gewebe zu strömen. 45 50

59. Elektrischer Kreis nach Anspruch 56, dadurch gekennzeichnet, daß das ausdehnbare Teil ein Elastomer aufweist. 55

60. Elektrischer Kreis nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Lenken von Elektrolyt-Fluid in Richtung auf das zu behandelnde Gewebe einen Ablenkungskörper aufweist, der in dem Strömungsweg angeordnet ist. 60

61. Elektrischer Kreis nach Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablenkungskörper nicht leitend ist. 65

62. Elektrischer Kreis nach Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablenkungskörper im wesentlichen kegelförmig ist.

63. Elektrischer Kreis nach Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode ein distales Ende hat und der Ablenkungskörper an dem distalen Ende der Elektrode befestigt ist.

64. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das in den Körper des Patienten einführbar ist;

einer Elektrode, die in dem Katheterrohr derart angeordnet ist, daß sich die Elektrode in dem Körper des Patienten befindet, wenn das Katheterrohr in den Körper des Patienten eingeführt ist;

einem Elektrolyt-Fluid, das in dem Katheterrohr angeordnet ist, um die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe in dem Körper des Patienten zu verbinden; und

einem Fenster in dem Katheterrohr, um zuzulassen, daß Elektrolyt-Fluid von der Elektrode in dem Katheterrohr zu dem Gewebe im Körper des Patienten strömt, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu liefern.

65. Energiebehandlungsvorrichtung zum Behandeln von Gewebe im Körper eines Patienten mit elektrischer Energie, mit einem länglichen Katheterrohr, das in den Körper eines Patienten einführbar ist;

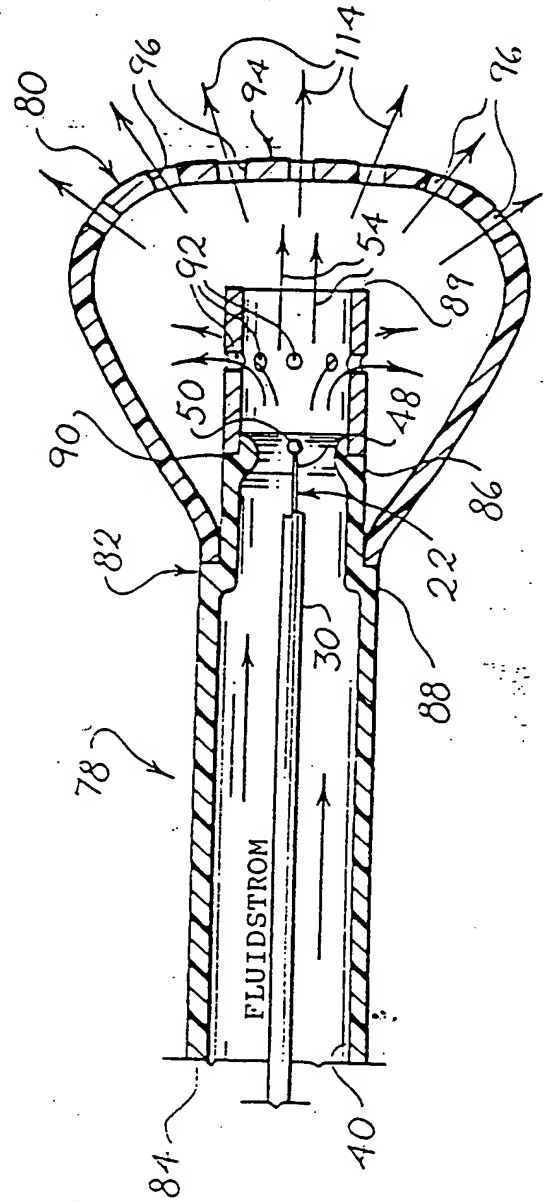
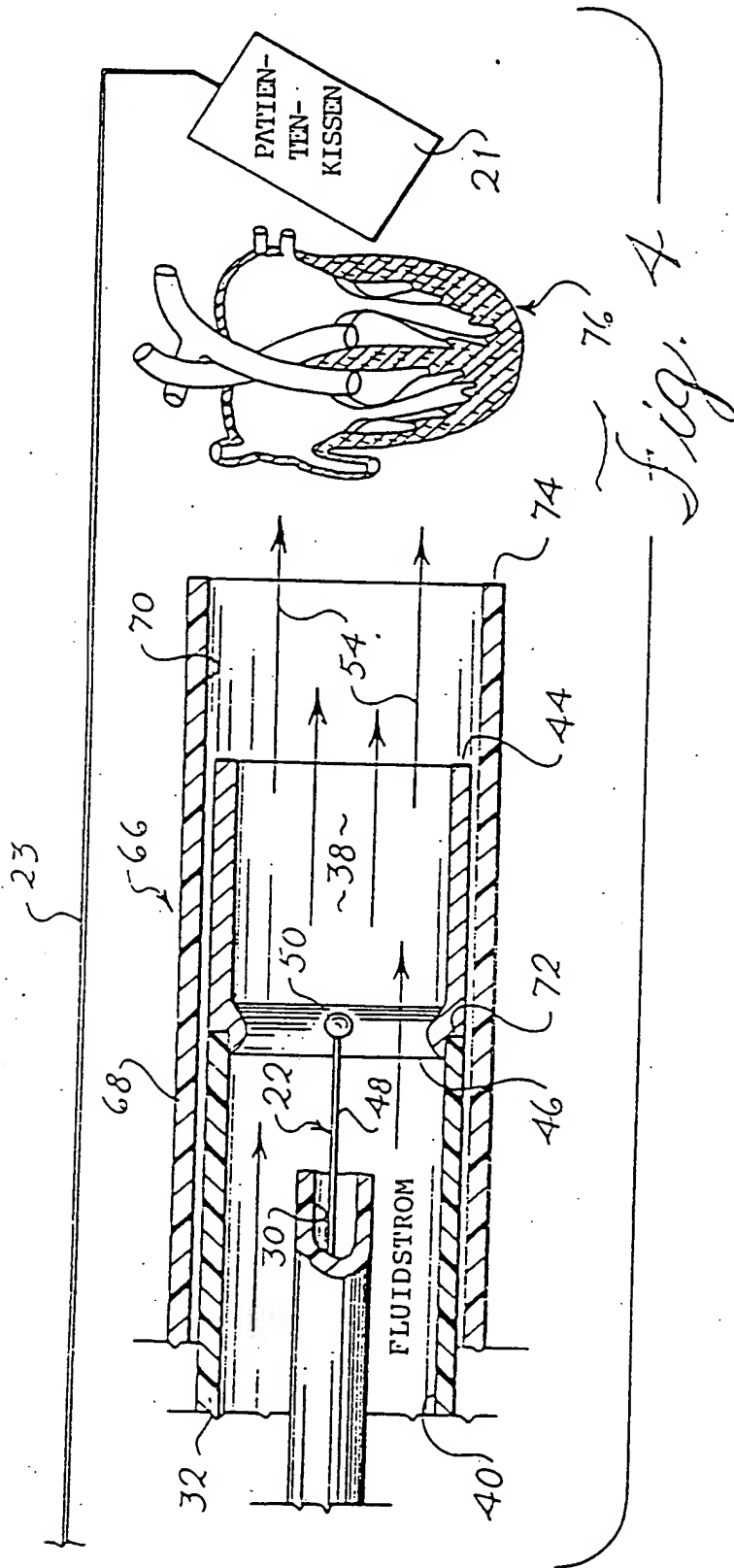
einer Elektrode, die in dem Katheterrohr derart angeordnet ist, daß sich die Elektrode im Körper des Patienten befindet, wenn das Katheterrohr in den Körper des Patienten eingeführt ist;

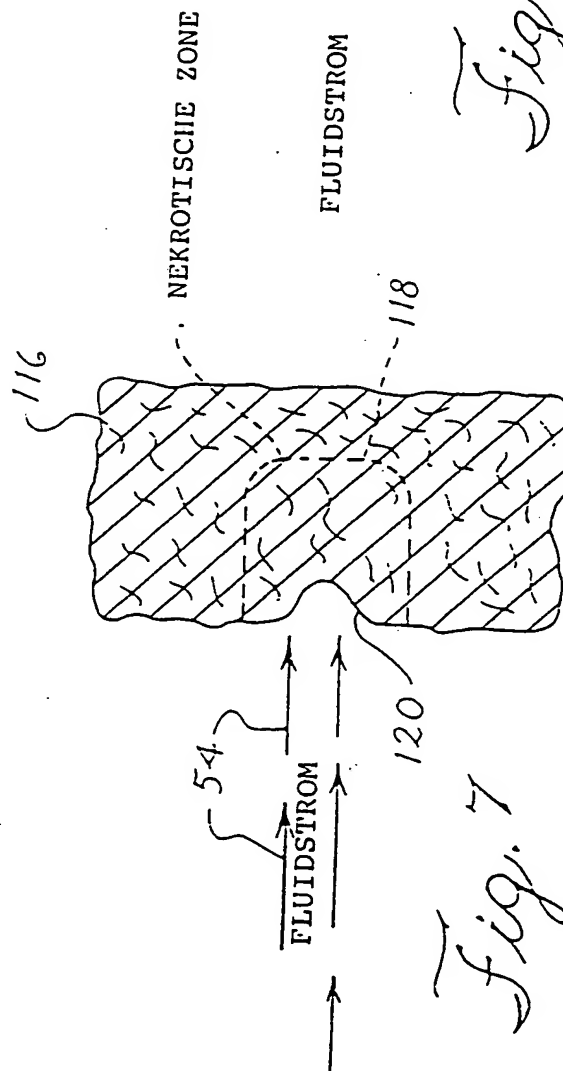
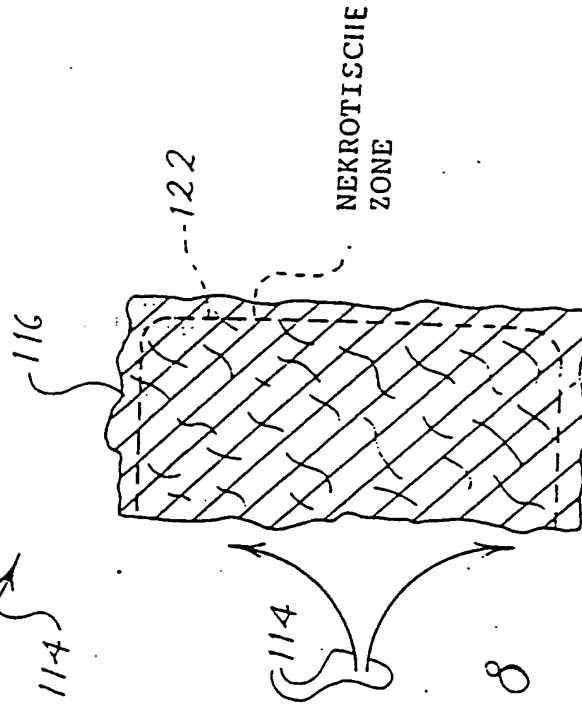
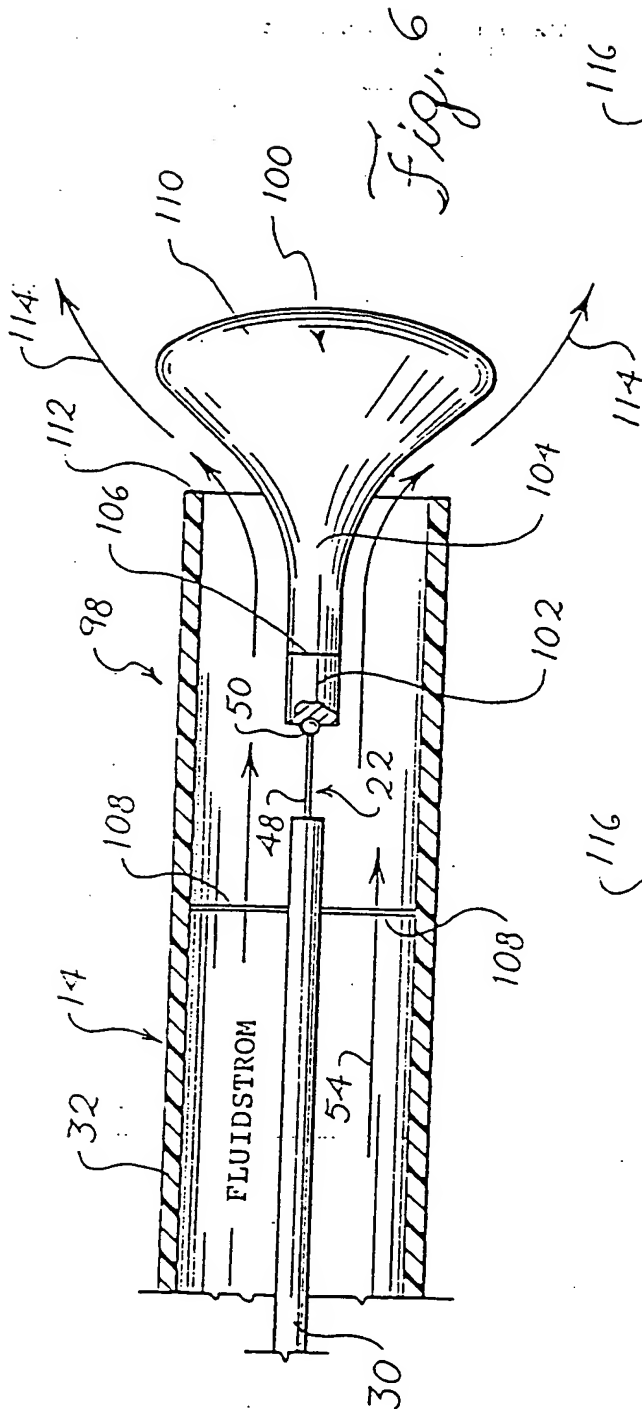
einem Elektrolyt-Fluid, das in dem Katheterrohr angeordnet ist, um die Elektrode elektrisch mit dem Gewebe in dem Körper des Patienten zu verbinden;

einem Fenster in dem Katheterrohr, um zuzulassen, daß Elektrolyt-Fluid von der Elektrode im Katheterrohr zu dem Gewebe im Körper des Patienten strömen kann, um Energie von der Elektrode an das Gewebe zu liefern; und

einer Pumpe, um zu bewirken, daß Elektrolyt-Fluid von der Elektrode durch das Fenster zu dem Gewebe im Körper des Patienten strömt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen





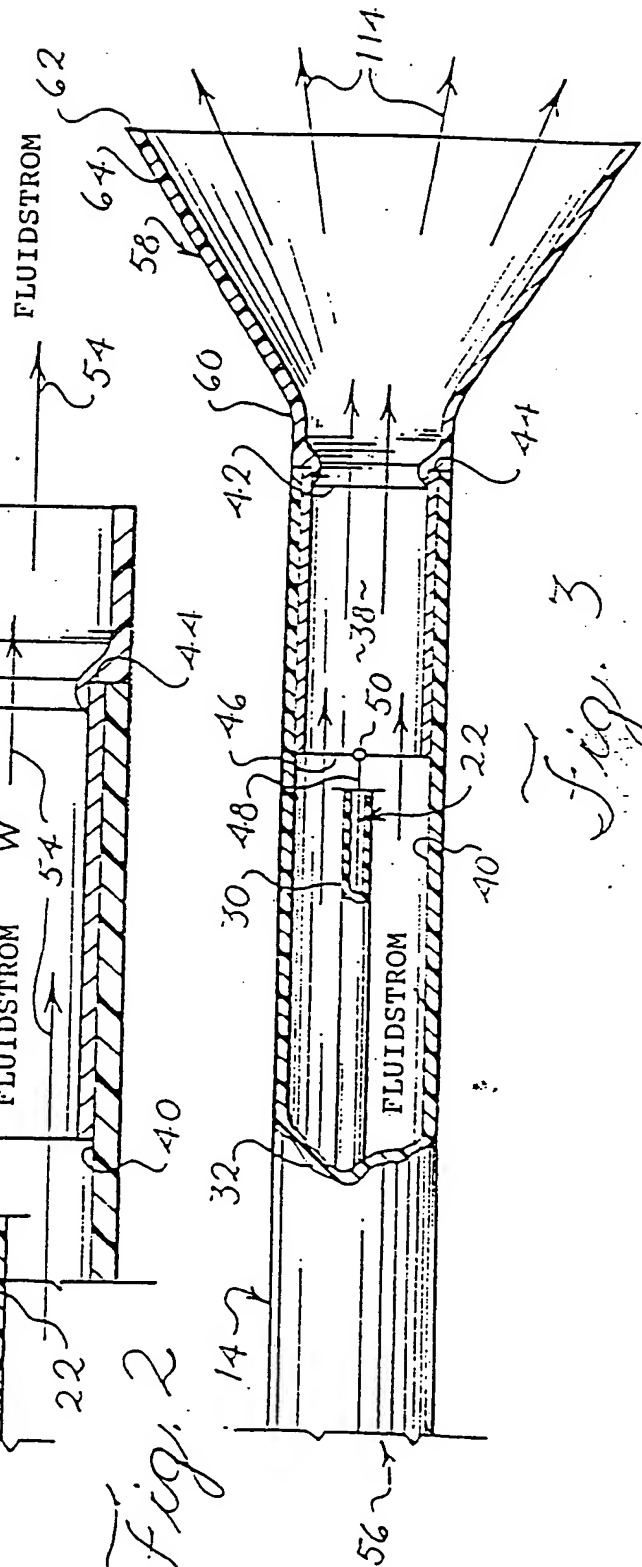
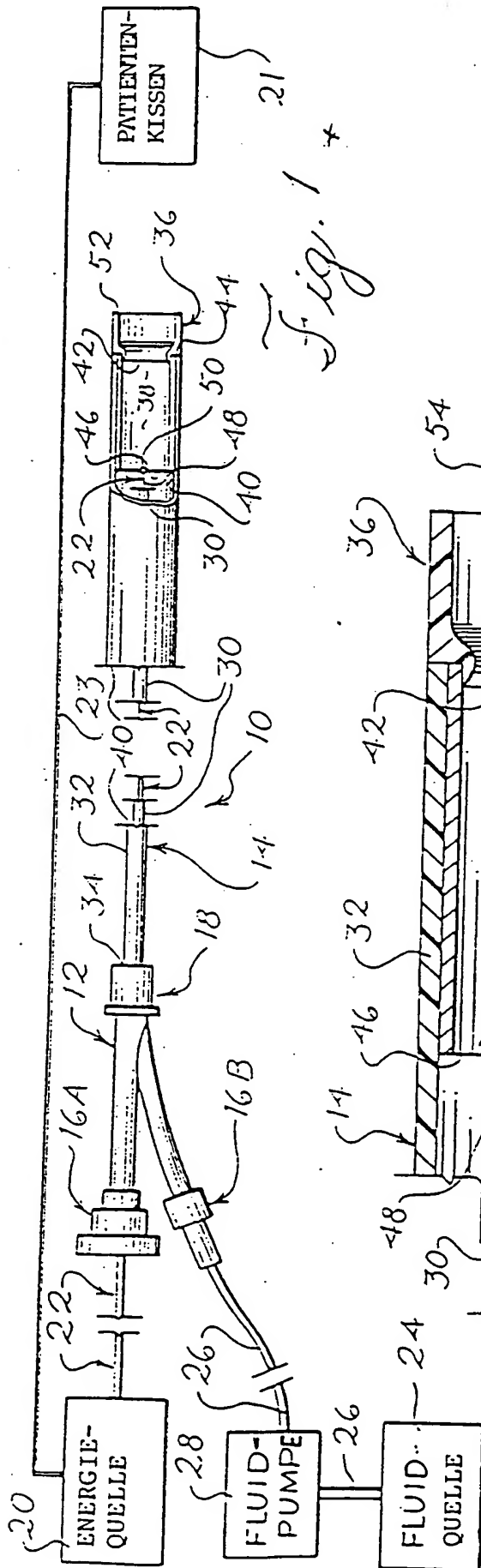


Fig. 2

Fig. 3